



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marcos Roberto Rocha do Nascimento

**Estudo do METHODS TIME MEASUREMENT
(MTM) na Otimização do Processo Produtivo numa
Fábrica do Ramo de Medidor de Energia Elétrica
no Pólo Industrial de Manaus- AM/Brasil**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Maria Leonilde Rocha Varela

Novembro de 2016

DECLARAÇÃO

Nome: Marcos Roberto Rocha do Nascimento

Endereço eletrónico:

Telefone:

Número do Bilhete de Identidade:

Título da dissertação: Estudo do Methods Time Measurement (MTM) na Otimização do Processo Produtivo numa Fábrica do Ramo de Medidor de Energia Elétrica no Pólo Industrial de Manaus-AM/Brasil

Orientador: Professora Doutora Maria Leonilde Rocha Varela

Ano de conclusão: 2016

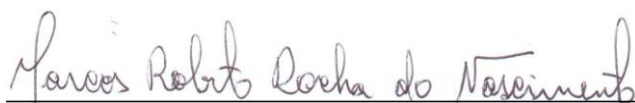
Designação do Mestrado: Mestrado em Engenharia Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Universidade do Minho, _21_/ _11_/ _2016_.

Assinatura:



AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, criador de tudo e de todos, que com certeza colaborou para que eu chegasse até aqui.

Agradeço em especial a minha esposa Eliciane Bastos e meus filhos Thais Roberta e Paulo Roberto, que me ofereceram a oportunidade e incentivo, sempre estiveram ao meu lado nas alegrias e tristezas.

Um trabalho como este é fruto de um esforço mais quase coletivo, desta forma, gostaria de agradecer a todas as pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho através do seu empenho, disponibilidade, colaboração e amizade. No entanto, tenho de agradecer de uma forma especial:

Meu irmão e amigo Raphael Lage, minha querida amiga e incentivadora Adriana Freires Araújo, meus amigos Mestres, Instrutores e facilitadores Dinis Carvalho, Vicente Tino e José Reston e não sem mais importância o estimado Sr. Doutor José Telhada.

Aos colaboradores da empresa com quem trabalhei chefes, engenheiros e operários, que compreenderam a importância deste trabalho e me ajudaram a ultrapassar todos os obstáculos.

Aos meus colegas de mestrado, alguns ficaram para sempre em minha vida, não só pela ajuda neste projeto, mas pela importância que tiveram em momentos importantes de minha vida.

Agradeço aos amigos, pela força oferecida no momento que mais precisei e por entender a minha ausência quando tive que me dedicar a este trabalho.

Agradeço, de forma especial, a minha orientadora Dra. Leonilde Varela, principalmente pela compreensão e paciência, que através da sua supervisão me ofereceu os meios e as aprendizagens para tornar este projeto possível.

Agradeço, com um carinho especial, aos meus Pais, minha Esposa e Filhos pela compreensão, apoio e paciência, ajudando-me a ultrapassar os momentos mais difíceis.

A todos meu sincero OBRIGADO!

RESUMO

Entre as décadas de 1980 e 1990 o cenário do setor de energia elétrica foi marcado por um conjunto de transformações estruturais e tecnológicas que propiciou nos anos subsequentes, uma ampla corrida pela diversificação dos serviços ofertados. A partir desse novo contexto, com o intuito de manter sua competitividade, a empresa objeto desse estudo identificou a necessidade de automação no processo para inovação tecnológica. Dessa forma, o presente trabalho buscou investigar o processo manual de fabricação de tampas de medidores de uma empresa brasileira do setor de serviços de medidores de energia elétrica e, para tal, analisou o processo para o de inovação tecnológica, bem como a sua execução na prática, utilizando como exemplo, o processo de desenvolvimento de um serviço. O problema encontrado na empresa é o fato da necessidade de vários operários para cumprir o tempo de produção, do ser humano não apresentar constância de produção, possibilidade de lesões por esforço repetitivo, entre outros. Após o devido estudo do processo e análise do problema, foi levantada uma proposta para a automação do processo. Encontram-se inseridas num ambiente de contínuas mudanças advindos do aprimoramento de seus produtos e pelas exigências do mercado. Estas modificações implicam na flexibilidade das linhas de produções e alterações em processos, causa de inúmeros obstáculos à performance da produtividade.

O foco do estudo é o recurso ao processo de Methods-Time Measurement, um método de medida do trabalho que utiliza tempos previamente estabelecidos para a execução de procedimentos totalmente influenciáveis pelo elemento humano, em um projeto de melhoria numa linha de produção do setor de tampas dos medidores de energia elétrica da empresa, buscando a eliminação de perdas que causam baixa produtividade, que esta comprometendo o cumprimento do plano de produção e a satisfação dos clientes. Na segunda parte teremos uma abordagem ao balanceamento ou programação da produção, a sua complexidade e indicadores a utilizar.

A utilização do MTM em conjunto com as Técnicas de balanceamento de linha de produção permitiu fazer correções, com o menor atraso possível, nas condições de operação do processo, buscando manter um desempenho ótimo, analisar os fatores que influenciam na perda de produtividade da linha e identificar as ferramentas adequadas a cada fase. Após o recolhimento de dados do tempo e movimento no stock, foram analisadas as principais causas, identificando alguns problemas de contribuição para perda de produtividade, como falta de padronização nas atividades de setup, excesso de paragens para ajustes do processo manual e aumento dos defeitos de qualidade, utilizando para

isso, gráficos de controle e análise de pareto. O planejamento das ações na fase de automação do processo deve como base a reconfiguração do layout da linha, assim como modernização do processo para flexibilização da produção, principal causa das perdas de produtividades.

A implementação da linha continua podem trazer benefícios significativos como redução das paragens para ajustes 22 para 6 minutos, redução no nível de defeitos em aproximadamente 85%. Tais melhorias também permitiram uma redução no número de operadores de 3 turnos para 1 em turno comercial.

PALAVRAS-CHAVE: Methods-Time Measurement, Processos Industriais, Otimização e Melhoria Continua.

ABSTRACT

Between 1980 and 1990 the scenario of the electric energy sector was marked by a series of structural and technological transformations that in the following years led to a broad rush to diversify the services offered. From this new context, in order to maintain its competitiveness, the company object of this study identified the need for automation in the process for technological innovation. Thus, the present work sought to investigate the manual process of manufacturing meter covers of a Brazilian company in the service sector of electric energy meters and, for this, analyzed the process for the technological innovation, as well as its execution in the Practice, using as an example the process of developing a service. The problem found in the company is the fact of the necessity of several workers to fulfill the production time, of the human being does not present constancy of production, possibility of repetitive effort injuries, among others. After due study of the process and analysis of the problem, a proposal was raised for the automation of the process. They are inserted in an environment of continuous changes resulting from the improvement of their products and the demands of the market. These changes imply the flexibility of production lines and changes in processes, causing many obstacles to productivity performance.

The focus of the study is the use of the Methods-Time Measurement process, a work measurement method that uses previously established times for the execution of procedures totally influenced by the human element, in an improvement project in a production line of the lids sector Of the company's electric energy meters, seeking to eliminate losses that cause low productivity, which is compromising compliance with the production plan and customer satisfaction. In the second part we will have an approach to the balance or production scheduling, its complexity and indicators to use.

The use of MTM in conjunction with the production line balancing techniques allowed us to make corrections, with the least possible delay, in the process operating conditions, seeking to maintain optimal performance, to analyze the factors that influence the loss of line productivity and Identify the appropriate tools for each phase. After collecting time and movement data in the stock, the main causes were analyzed, identifying some contribution problems for productivity loss, such as lack of standardization in the setup activities, excess of stops for manual process adjustments and increase of the defects of Quality, using for this, control charts and pareto analysis. The planning of the actions in the automation phase of the process should be based on the reconfiguration of the layout of the line, as well as modernization of the process to flexibilize production, the main cause of the losses of productivities.

Continuous line implementation can bring significant benefits such as reduction of stops for adjustments 22 to 6 minutes, reduction in defects level by approximately 85%. These improvements also allowed a reduction in the number of operators from 3 shifts to 1 in a commercial shift.

KEYWORDS:Methods-Time Measurement, Industrial Processes, Optimization and Continuous Improvement. .

Sumário

| | |
|--|-------------|
| AGRADECIMENTOS | III |
| RESUMO..... | IV |
| ABSTRACT | VII |
| SUMÁRIO | IX |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XI |
| INDICE DE TABELAS | XII |
| INDICE DE GRÁFICOS | XII |
| LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS | XIII |
| 1. INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO | 15 |
| 1.2 MOTIVAÇÃO E TÓPICOS DE INVESTIGAÇÃO | 17 |
| 1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO | 18 |
| 1.4 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO | 19 |
| 2.MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO | 20 |
| 2.1 DEFINIÇÃO DO TEMA DA INVESTIGAÇÃO..... | 21 |
| 2.2 ESTRATÉGIA DA INVESTIGAÇÃO..... | 21 |
| 2.3 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA..... | 22 |
| 3. REVISÃO CRÍTICA DA LITERATURA | 23 |
| 3.1 O MERCADO COMPETITIVO E CULTURA ORGANIZACIONAL | 23 |
| 3.2 ESTRATÉGIA PARA MELHORIA DO DESEMPENHO | 24 |
| 3.3 PLANEAMENTO NA GESTÃO DAS OPERAÇÕES | 25 |
| 3.4 TÉCNICAS PARA A DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS..... | 26 |
| 4.APRESENTAÇÃO DA EMPRESA | 27 |
| 4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA..... | 27 |
| 4.2 CARACTERÍSTICAS DO NEGÓCIO | 29 |
| 4.3 PRODUTOS | 29 |
| 4.4 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL | 30 |
| 4.5 PRODUTO DA INVESTIGAÇÃO | 32 |
| 5 PROJETO MTM E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO..... | 35 |
| 5.1 FASE DE DEFINIÇÃO..... | 35 |
| 5.2 Implantação do MTM | 36 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3 Tatk Time e Gráfico de Balanceamento de Operações | 39 |
| 5.4 Rebalanceamento das Atividades | 41 |
| 5.5 ILHA I | 41 |
| 5.6 ILHA II | 43 |
| 5.7 Análise do posto de Gravação e Prensa Ultrassônica | 45 |
| 5.8 Análise do posto de Colocação do Parafuso | 47 |
| 5.9 Aumento Produtivo | 49 |
| 5.9.1 Estabilidade de Entrega | 50 |
| 5.9.2 Cenário de Input da produção antes do projeto MTM | 50 |
| 5.9.3 Cenário Delivery da produção depois do projeto MTM e Otimização. | 52 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 58 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 60 |
| ANEXOS..... | 63 |
| ANEXO I – NOVO PROCESSO COM A ESTEIRA E AS DUAS MÁQUINAS PRENSA E COLA ULTRASSÔNICA..... | 64 |
| ANEXO II – DESCRIÇÃO DOS ITENS DO PROJETO | 65 |
| ANEXO III – NOVO PROCESSO COM O EQUIPAMENTO PARAFUSADEIRA..... | 66 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da empresa no polo de Manaus.

Figura 2 - Principais produtos fabricados e Suas Características Funcionais e Técnicas.

Figura 3 - Estrutura organizacional da empresa.

Figura 4 - Mindmap – Projeto de Gravação e Cola Ultrassônica.

Figura 5 - Ilustração Operacional.

Figura 6 - Ilustração da Comunicação da Mudança.

Figura 7 - Ilustração da metodologia implantada.

Figura 8 - Levantamento das Melhorias.

Figura 9 - Ilustração do Gráfico de Balanceamento das Operações.

Figura 10 - Ilustração do layout do posto de Gravação e Prensa Ultrassônica antes da implementação do MTM.

Figura 11 - Ilustração do layout do posto de Gravação e Prensa Ultrassônica depois da implementação do MTM e Otimização.

Figura 12 - Ilustração do layout do posto de colocação de parafusos antes da implementação do MTM.

Figura 13 - Ilustração do layout do posto Parafusamento depois da implementação do MTM e Otimização.

Figura 14 - Melhoria ergonômica no posto de abastecimento de compressor.

Figura 15 - Esteira Otimizada para o Medidor de Energia Elétrica.

Figura 16 - Ilustração das melhorias ergonômicas

INDICE DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros utilizados na investigação

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - GBO da Ilha I antes da implementação

Gráfico 2 - GBO da Ilha I depois da implementação

Gráfico 3 - GBO da Ilha II antes da implementação

Gráfico 4 - GBO da Ilha II depois da Implementação

Gráfico 5 – Atendimento da produção antes da implementação do MTM

Gráfico 6 – Programado X Realizado antes da implementação do MTM.

Gráfico 7 – Atendimento da produção depois da implementação do MTM.

Gráfico 8 – Programado X Realizado depois da implementação do MTM.

Gráfico 9 – Mapeamento do numero de postos críticos depois da implantação do MTM.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABRADEE- Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica

GSD- Gráfico do Sistema em Desenvolvimento

GB0- Gráfico de Balanceamento de Operação

ISO- International Organization for Standardization

MTM- Methods-Time Measurement

MOD- Mão – de – Obra - Direta

P&D- Pesquisa e Desenvolvimento

PIM- International Organization for Standardization

PCPM- Planeamento e Controlo de Produção e de Materiais



1. Introdução

Neste capítulo será apresentado o contexto da investigação e as motivações que levaram ao desenvolvimento deste trabalho, ainda será descrito os objetivos que pretendem alcançar e a organização do documento.

1.1 Contexto da Investigação

As sequências de trabalhos para obter uma taxa de utilização prevista pela empresa e manter os inventários nivelados promove nas organizações o pensamento de melhoria contínua de produtos (e ou serviços) e processos visando o alinhamento das estratégias de negócios e a necessidade de maximizar o valor de seus produtos (George, 2002), pode ser definido como uma filosofia de trabalho adotada por empresas que utilizam métodos e ferramentas para reduzir a variabilidade de processos, para eliminar desperdícios e melhorar a qualidade percebida pelo cliente. Esta filosofia se estiver alinhada com o P&D e planejamento estratégico da empresa, propicia maiores oportunidades no mercado. Apresenta características únicas ao combinar várias ferramentas, servindo de apoio ao desenvolvimento das estratégias empresariais. Também auxilia no detalhamento das fases nos projeto de melhoria e quanto ao objetivo do projeto e alcance dos resultados (George, 2005).

A taxa elevada de volume de produção, com tolerâncias reduzidas, é alcançada por máquinas de injeção de plástico e moldes de liga de aço. No entanto, tanto a maquinaria como os moldes são equipamentos caros, logo o uso eficiente é crucial, onde as flutuações da procura e a personalização, é uma realidade que obriga os engenheiros a diminuir as ineficiências, sendo uma delas o tempo de troca, ou seja, o setup. O artigo do respetivo autor, propõe um desenho experimental baseado no método Taguchi, para o estudo de uma operação de mudança, de forma a diminuir o tempo de setup com o menos desperdício possível de material.

Para o autor (Lice, Ma, & Tu, 2013), nos dias de hoje, as empresas são confrontadas com a concorrência cada vez globalizada. A utilização de equipamento flexível e a reconfiguração, ajuda-as a



serem mais competitivas. O equipamento tem muitas vezes de ser redefinido e preparado antes de uma nova tarefa ser iniciada.

Na minha perspetiva e com base na minha experiência profissional, existe uma série de fatores que influenciam o tempo de preparação de uma máquina, que difere de empresa para empresa e, dentro da mesma empresa, difere de máquina para máquina e da sua infraestrutura ou layout. Os fatores gerais, que para mim são cruciais, a ter em conta no cálculo do tempo de setup entre dois trabalhos adjacentes, são a carga/ esforço do equipamento, o fator Homem e a distância que o equipamento está da máquina. No caso do fator Homem, a carga do equipamento tem um efeito que difere da idade e da estrutura do colaborador. Logo o esforço realizado em relação à carga, dependerá da equipa que está a operar na máquina.

Porém, em certos tipos de indústria, é necessário algo mais do que simplesmente a medida do tempo padrão. Como é o caso dos trabalhos adjacentes que requerem preparação de máquina de uma forma distinta. Torna-se assim necessário, uma segunda medida, com o objetivo específico de calcular o tempo de preparação, que deverá ser adicionado ao tempo padrão.

A Medida do Trabalho é definida como um conjunto de procedimentos utilizados para determinar o tempo necessário, sob certas condições de medição padronizadas, para a realização de tarefas envolvendo alguma atividade humana, da qual resulta o tempo padrão. O seu objetivo fundamental é fornecer à gestão um valor quantitativo que lhe permita determinar os recursos em mão-de-obra que serão necessários para executar determinada tarefa cujo conteúdo de trabalho é conhecido. Este torna possível a determinação dos recursos humanos necessários para a execução dessa operação, prever tempos de execução das tarefas de produção e contribuir para o planeamento da produção.

Somente, na década de 1950, Taiicho Ohno, o presidente lendário Toyoda, quando se deparou com o problema de produzir para stock, o que despertou a sua atenção para eventuais tempos inúteis que deveriam ser eliminados, sendo estes desperdícios. Posteriormente, na mesma lógica de pensamento, Shigeo Shingo, estuda o método adequado para reduzir o tempo de preparação da máquina, ao qual designa por SMED.

A partir de então, são cada vez mais as organizações que implementam metodologias e filosofias que vão de encontro à redução do tempo de preparação, tais como o Estudo do Trabalho, Lean Management, Melhoria Contínua, entre outras abordagens, nomeadamente, baseadas em



Heurísticas, Meta-Heurísticas e Técnicas de Otimização diversas, muito comumente usadas no âmbito do escalonamento da produção com setups (Pinedo, 2008; Xhafa & Abraham, 2008; Brucker, 2007).

1.2 Motivação e Tópicos de Investigação

Estabelecer o que é valor numa organização permite criar condições para eliminar as atividades que não adicionam valor e realizar as que o geram de forma eficaz. O resultado deste tipo de pensamento chamado de enxuto é uma forma de se fazer mais produtos aumentando a eficiência dos processos, mas o importante está na determinação em produzir apenas o que o cliente quer (Womack, 1998).

O foco do estudo é o uso dos **Métodos de desenvolvimento dos tempos padrões** em projetos de processo otimizado e tem como aspecto principal melhoria do processo industrial.

Sendo assim, é necessário identificar tais funções e cada uma das metodologias e métodos subjacentes, respetivas técnicas e informação necessária, que por vezes se tornam bastante extensos e diversificados, (Vollmann, et al., 2005, Hopp e Spearman, 2000). Tal procedimento permitirá aplicar competências adquiridas na implementação de procedimentos de planeamento e controlo da produção em ambientes industriais. Tais competências poderão, desta forma, ser aplicadas à seleção, avaliação e implementação de abordagens para apoio ao bom funcionamento dos sistemas de produção (Carvalho, 2000).

Analisando o tipo de produto e as infraestruturas das empresas, o planear com base numa média é um erro crucial, no meu ponto de vista, sendo uma das causas para uma ineficiência anual entre os 45% a 60%. Cada trabalho é um trabalho diferente do anterior, e segundo o autor Liao et al (2016), que estudou um problema no processo de confeção de malhas da Indústria Têxtil, menciona que neste tipo de sistema de produção, cada trabalho tem um número de atributos e cada atributo tem um ou mais níveis. E devido ao facto de existir pelo menos um nível de atributos diferentes entre dois trabalhos adjacentes, é necessário fazer um ajuste de setup, sempre que ocorrer uma mudança para um trabalho diferente. O autor refere que o problema pode ser formulado como um problema de programação multi-atributos com tempos de setup em máquinas paralelas não relacionadas. Concordo



em formular o problema assumindo que as máquinas paralelas não estão relacionadas, pois cada trabalho em cada máquina é produzido com velocidades de produção diferentes.

Com esta combinação pode-se melhorar significativamente os resultados de balanceamento em projetos ao utilizar os métodos de tempos em processo otimizado na avaliação de desperdícios, aumentando a velocidade do processo e reduzindo defeitos.

Este projeto explora a implementação do balanceamento de linha automatizada, com destaque para determinação dos tempos e métodos referente a um processo. O estudo torna-se relevante ao evidenciar os benefícios da implementação das técnicas usadas num projeto industrial de uma empresa de produção medidores de energia elétrica, cuja finalidade é recuperar a produtividade numa linha de produção.

O tema de otimização do processo utilizando balanceamento de linha, apesar de já explorado em pesquisas, se mostra relevante neste estudo de caso ao ser integrado num projeto industrial que prevê investimentos na recuperação da produtividade numa área industrial. O aprofundamento do conhecimento deste tipo de casos oferece novas alternativas a empresas que visam alavancar seus resultados e alcançar a satisfação de seus clientes.

1.3 Objetivos do Trabalho

Este estudo visa implementar o tempo-padrão da produção na gravação de tampas de medidores na empresa de Energia Dowertech da Amazônia utilizando dois métodos: a cronometragem e sistemas de tempos pré-determinados (GSD). E comparar os tempos padrões obtidos pelos dois métodos.

A organização de uma empresa tem como objectivo o aumento da capacidade produtiva e produção, mantendo a qualidade, reduzindo o absentismo e reduzindo os tempos improdutivos, entre outros. Assim sendo, para que a produção e eficiência do trabalho aumentem, é necessário recorrer ao estudo do trabalho. Este divide-se em duas técnicas: o estudo dos métodos e a medida do trabalho, no processo de indústria do ramo de medidores de energia elétrica de Manaus, tendo como objetivo propor alternativas em novas tecnologias no investimento de reestruturação na linha de fabricação de tampas de medidores em uma esteira automatizada nos equipamentos de prensa e gravação.



Apesar de igualmente fundamental, o estudo em questão não irá realizar a formulação de um software nem o estudo da aplicação de métodos para a otimização da programação e sequenciamento da produção, por serem tópicos que saem fora do âmbito dos objetivos desta tese de mestrado, sendo essa etapa entendida como oportunidade para trabalhos futuros.

1.4 Organização do Documento

Esta dissertação está dividida em seis capítulos: introdução, metodologia da investigação, revisão da literatura, estudo de caso, comparação dos resultados e conclusão.

Neste capítulo é apresentada uma breve introdução e o enquadramento da pesquisa seguido das motivações para escolha do tema e os objetivos que pretendem alcançar com trabalho.

No segundo capítulo é apresentada uma descrição da metodologia de investigação utilizada para o desenvolvimento do projeto, definição do tema, a estratégia adotada, fontes bibliográficas e pesquisa bibliográfica.

No terceiro capítulo é apresentado à revisão crítica da literatura relacionada com o tema do trabalho: Estratégia Empresarial, Finalidade dos Estudos de Tempos, Amostragem do Trabalho ou a Sondagem, os Sistemas de Dados de Referência ou Tempos Sintéticos e Sistema de Tempos Pré-determinados e o Balanciamento do Processo.

No quarto capítulo é apresentada uma pequena síntese histórica sobre a empresa no polo industrial de Manaus, os produtos, a estrutura organizacional e o sistema de produção.

No quinto capítulo é apresentado o projeto de melhoria da Otimização do Processo implementado na linha de produção do setor de Prensa e Gravação, demonstrando o planeamento das atividades e ações de melhoria realizadas na empresa.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões sobre o trabalho, identificação de limitações e trabalho futuro.

E por último apresentam-se as referências utilizadas neste trabalho e ainda um conjunto de anexos subjacentes ao trabalho realizado.



2.Método de Investigação

Neste capítulo será apresentada a metodologia selecionada para o desenvolvimento do projeto, o tema abordado, a estratégia utilizada para investigação e recolhimento de dados e descrição da pesquisa bibliográfica.

A metodologia consiste na definição dos passos a seguir num determinado processo. A finalidade é analisar as características dos diversos métodos existentes e avaliar suas potencialidades e limitações na implicação de seu uso, (Vergara, 2009).

O presente trabalho de investigação parte de um problema real vivenciado durante a minha experiência profissional, que foi alvo de muitos questionamentos pessoais, para entender o verdadeiro problema existente nas organizações. Desta forma, pretende-se avaliar e estudar este fenómeno de um ponto de vista diferente, recorrendo a pesquisa de literatura, recurso a especialistas da área, entrevistas e na recolha de dados de empresas em áreas de indústrias distintas. Numa primeira abordagem, será utilizado, como objeto de estudo inicial, os dados por mim recolhidos durante a minha atividade profissional.

Para (Saunders, 2007), a pesquisa é um processo altamente criativo, no entanto é fundamental que as questões e os objetivos do estudo estejam claros, de forma que garanta que os métodos que utilize permita encontrá-los.

A investigação tem uma natureza de estudo exploratório e tem como estratégia, o estudo de casos e uma investigação-ação. Ao nível do estudo de caso, serão utilizadas as técnicas de questionário, observação e análise de conteúdos. Em relação à estratégia de Investigação-ação, haverá um envolvimento de colaboradores e da administração, das organizações que serão alvo de estudo, criando-se desta forma um ambiente colaborativo entre todos.

Para além do projeto imediato, com os dados obtidos, desenvolver-se-á teorias, de forma a dar uma contribuição para esta área da otimização de tempos em sistemas de produção industriais. Para a realização do presente trabalho de investigação torna-se também necessário recorrer a um método misto, com base no método quantitativo e qualitativo, que serão utilizados separadamente o ou em conjunto, com um horizonte temporal do tipo estudo transversal. Pois o estudo terá de ser localizado



no “tempo instantâneo”, do tipo fotográfico, retirado no momento presente. O mesmo fenómeno será estudado em diferentes organizações, por volta da mesma altura.

As técnicas de Análise Hierárquica do Processo (AHP), Índice de Preferência de Seleção (PSI) e Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade com Ideal Solução (TOPSIS), são utilizadas por (Almonani, Aladeemy, Abdelhadi, & Mumani, 2013), para seleccionar as melhor técnica de configuração entre as alternativas disponíveis, na transformação de setup internos em externos.

2.1 Definição do Tema da Investigação

O tema da investigação deve ser algo que excita a imaginação do autor e deixe-o confortável para desenvolver as habilidades necessárias para investigar o assunto (Saunders, 2007).

O tema da pesquisa surgiu da necessidade de analisar os efeitos num projeto de automação para melhoria do tempo na produção no parque industrial da Dowertech da Amazônia Ltda.

Com o objetivo de desenvolver conhecimento científico sobre o tema em conjunto com a finalidade da empresa de implementar processo rápido e com menos desperdícios, a investigação promove um bom ambiente para avaliação e questionamento sobre, quais variáveis influenciam no mau desempenho dos processos e as ações que permitem eliminar falhas no sistema produtivo.

2.2 Estratégia da Investigação

De acordo com (Saunders, 2007), o mais importante na escolha numa estratégia de investigação não é o rótulo atribuído a ela, mas sua capacidade de responder a(s) pergunta(s) da pesquisa e alcançar seus objetivos, sendo divididas em:

- Experimentação; Sondagem/levantamento; Caso de Estudo; Investigação-ação; Teoria fundamentada; Etnografia; Investigação documental.



Considerando os questionamentos e objetivos da investigação decidiu-se selecionar a metodologia de Caso de Estudo. É uma estratégia particularmente interessante para ganhar rica compreensão do contexto da investigação e nos processos estabelecidos e tem considerável capacidade em responder as perguntas "por quê?", "o quê?" e "como?" (Saunders, 2007).

O estudo de caso decorre num ambiente industrial e descreve a implementação da Técnica de Balanciamento em MTM numa linha de produção sendo otimizada, que fábrica registros de energia elétrica no polo industrial de Manaus.

Existem várias técnicas para recolhas de dados e podem ser realizadas de forma combinada: entrevistas, observação, análise documental e questionários (Saunders, 2007).

As técnicas utilizadas para recolha de dados neste projeto foram análise da documentação referente à performance da produção e operações de atividades específicas, observação direta do processo e entrevista (formais ou informais, com perguntas abertas ou fechadas).

As entrevistas foram efetuadas a líderes, chefes e gerentes das áreas relacionadas com desempenho dos processos.

2.3 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é um processo demorado, que geralmente leva mais tempo do que o previsto para relacionar a literatura sobre o tema em estudo, por isso, seu planejamento é fundamental para realizá-la com eficiência e obter o sucesso na investigação (Saunders, 2007).

De acordo com (Saunders, 2007), um planejamento deve ser realizado antes de iniciar a busca pela literatura: Definir parâmetros da pesquisa; Gerar palavras-chave e termos de pesquisa; Definir bancos de dados e motores de busca; Utilizar critérios para selecionar os estudos mais relevantes.

A clareza na escolha dos parâmetros da investigação torna mais eficiente o processo de recolha de informações. Foram considerados alguns parâmetros para clarificar a pesquisa, levando em consideração as publicações de diversos autores, assim como a relevancia nos ultimos 11 anos, Estes estão relacionados na tabela 1:



Tabela 1: Parâmetros utilizados na investigação

| Parâmetro | Centralização |
|-------------------------|---|
| Linguagem de Publicação | Inglês Português |
| Área de Assunto | Métodos e Tempos Otimização Industrial |
| Setor de Negócios | Produção Industrial Planeamento Industrial |
| Área Geográfica | Europa Brasil |
| Período de Publicação | Últimos 11 anos |
| Tipo de Literatura | Teses Relatórios Acadêmicos Livros Artigos Científicos |

3. Revisão Crítica da Literatura

Neste capítulo será apresentado à revisão crítica da literatura relacionada com otimização e o estudo dos tempos e métodos. Serão abordados com detalhe os temas: As técnicas para a Determinação dos Tempos, as áreas adjacentes como Tempos Estatísticos, Gestão de Operações, e Projetos industriais.

3.1 O Mercado Competitivo e Cultura Organizacional

O mundo passa por período de mudanças, que ocorrem cada vez mais rápidas, originadas da evolução social, tecnológica e, sobretudo mental, (Campos, 2004).

Para (Porter 1991), diante destas mudanças a principal questão das organizações não consiste em empregar estratégias de negócios ou buscar novos nichos de consumidores e sim em buscar fatores



de sucesso no negócio, que encontram em: capacidade de aprender a se redefinir, adequando-se as novas condições do mercado e na busca de vantagens competitivas face aos concorrentes pela inovação dos processos e melhoria contínua das atividades.

Para se manterem competitivas, muitas empresas estão reformulando estratégias e utilizando projetos e desenvolvimentos, métodos padronizados para melhorar os seus resultados e oferecer produtos e serviços, aos quais seus clientes reconhecem como superiores, (Rotondaro, 2008).

Conforme (Hamel & Prahalad *et al.* 1989), a competitividade da empresa no mercado não está relacionada com a capacidade de manter vantagens adquiridas, mas com a habilidade de se adaptar ao mercado e desenvolver nova superioridade.

Uma organização passa por inúmeras mudanças culturais ao implementar uma otimização, ocasionando eventualmente reestruturação da organização. O seu sucesso é alcançado justamente pela adaptação e comprometimento com as novas atividades, (Blakeslee, 1999).

Em processos contínuos, o objetivo económico é otimizado baseado em modelos rigorosos da planta em estado estacionário, (Souza *et al.*, 2009). O Ponto de operação ótimo económico fornecido caracteriza um conjunto de variáveis controladas e manipuladas.

Mudanças de cultura numa organização passam pelo ajuste de valores, costumes e infraestrutura, ocasionando um impacto na empresa, necessitando de esforços e comprometimento da administração da mesma (Henderson & Evans, 2000).

3.2 Estratégia para Melhoria do Desempenho

As organizações possuem uma estratégia, concretizada no seu planeamento. Este processo se caracteriza pela proposição da existência de benefícios obtidos pela formulação de estratégias, tendo seus departamentos uma gestão adequada para os alcançar (Porter, 1986).

A estratégia pode ser definida como o que a organização faz ou fará para ter uma vantagem competitiva frente aos concorrentes (Porter, 1996).



As organizações geralmente fracassam no seu planeamento, ao implementarem estratégias sem o alinhamento com as operações. Esta lacuna é criada por sistemas de gestão pouco abrangentes. Para melhorar seus resultados, a gestão operacional precisa integrar os setores cujos processos estejam relacionados à estratégia da empresa, garantindo que essas atividades estejam alinhadas com o planeamento estratégico (Kaplan & Norton, 2008).

O planeamento estratégico é uma função relevante na gestão de uma empresa e permite antever implicações futuras de decisões do presente e preparar para as mudanças que ocorrem nos ambientes políticos, económicos, social e tecnológico, para aproveitar oportunidades e enfrentar as ameaças peculiares destes ambientes (Drucker, 1992).

Tonar as organizações mais eficientes exige um planeamento contínuo, podendo requerer investimentos no alinhamento dos processos com a estratégia da empresa. Estas ações podem não trazer resultados imediatos, mas diferenciam-nas dos concorrentes ao longo do tempo (Porter, 1996).

3.3 Planeamento na Gestão das Operações

A competitividade do mercado exigiu das empresas um planeamento de modo eficiente, para isso, deve alinhar o planeamento tático e operacional ao planeamento estratégico. O resultado garante que a organização siga na mesma direção, trabalhando de forma conjunta para alcançar seus objetivos (Drucker, 1977).

As empresas já se preocupam com as estratégias de operações, pois o seu planeamento precisa contemplar possíveis ameaças aos negócios e não somente a melhorar a produtividade, (Skinner, 1969).

A gestão das operações é responsável por desenvolver estas estratégias, que servem para assegurar ao seu sistema produtivo a capacidade necessária, que garanta a empresa o cumprimento das necessidades da demanda e alcançar a satisfação dos clientes (Skinner, 1969).

O planeamento realizado pela gestão precisa garantir a utilização eficaz dos seus recursos produtivos. O objetivo é avaliar a performance dos recursos e identificar os fatores que influenciam o desempenho do negócio, (Carmo Silva, 2005).



Na produção, ajuda na definição das ações de melhoria na empresa, baseados nas: política da empresa, na aplicação de novas tecnologias e entrada novos produtos, (Carmo Silva, 2005).

De acordo com (Ritzman, 2004), tem melhor desempenho no mercado, as empresas que na gestão de operações, buscam alcançar vantagens através dos seus pontos fortes. Este diferencial é resultado do planejamento dos seguintes fatores:

- Equipa de trabalho. Equipas de trabalho treinadas e habilitadas e responder às necessidades do mercado.
- Instalações. Ter instalações capacitadas a receber novos trabalhos, preparada para expansão e organizada;
- Know-how. Ter experiência e competência para realizar bem o trabalho, buscando se diferenciar dos concorrentes;
- Sistemas e tecnologia. Necessita gerir bem suas informações, utilizar como vantagens e manter atualizados frentes as novas tecnologias.

3.4 Técnicas para a Determinação dos Tempos

A implantação de um balaciamento, em MTM segue como uma divisão da operação em elementos de partes em que a operação pode ser dividida. Tem a finalidade de verificar o método de trabalho e deve ser compatível com a obtenção de uma medida precisa. Tomar o cuidado de não dividir a operação em um número excessivo de elementos. Este deve ser visto como o aperfeiçoamento da gestão já existente, (Martins, 2002).

As etapas para a determinação do tempo padrão de uma operação é importante para a divisão da operação em elementos, determinação do número de ciclos a serem cronometrados, avaliação da velocidade do operador e determinação das tolerâncias (atendimento às necessidades pessoais e alívio da fadiga), determinação do tempo padrão, (Martins, 2002).



São identificadas várias abordagens por diferentes autores, sendo os seus pontos principais: comprometimento da alta direção; envolvimento de equipas de trabalho, gestão das operações e melhoria contínua dos processos, (Ahire, 1996; Shiba, 1997; Campos, 2004).

Os impactos aparecem principalmente na redução dos custos e aumento das vendas, revelando-se pelo resultado das práticas de nível superior em suas atividades (Hendricks & Singhall, 1997).

4.Apresentação da Empresa

Neste será apresentado a corporação e a unidade industrial onde é desenvolvido o estudo de caso. Descreve também principais produtos, as características de negócio, a organização hierárquica e o produto abordado na investigação.

4.1 Descrição da Empresa

A empresa iniciou suas atividades no Pólo Industrial de Manaus em 1981 para atender a demanda da indústria de registros e medidores de energia elétrica. Possui uma área de 55,320 m², sendo 24,361 m² de área contruída. A organização desde 1995 é certificada ISO 9.000, decisiva para alavancar a competitividade no mercado, busca atualmente a certificação ISO 14.000.

Seus principais clientes do Brasil são a Manaus Energia e a Eletrobrás. A empresa emprega aproximadamente 800 funcionários no PIM.

A empresa se localiza no polo industrial de Manaus, conhecido como distrito industrial, na R. Aruana 145 – Dist Industrial. CEP 69075-040.

A Dowertech da Amazônia figura 1, atua na área de Pesquisa, Desenvolvimento e Industrialização de soluções para o setor de medição de energia elétrica. A empresa concentra suas atividades industriais e de pesquisa e desenvolvimento na matriz localizada no pólo industrial da Zona Franca de Manaus.

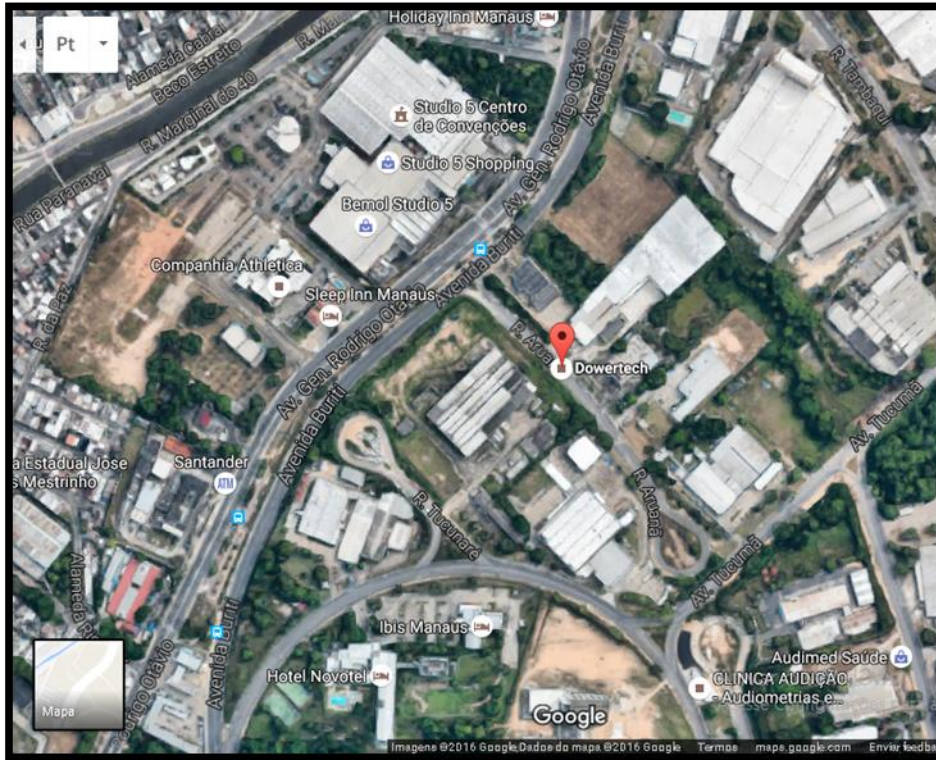


Figura 1 : Localização da empresa no polo de Manaus

Fonte: Google Maps, 2016.

A organização na sua política empresarial estabeleceu como Visão: A adoção da tecnologia eletrônica no segmento de baixa tensão, caracterizado atualmente pela predominância de medidores eletromecânicos, potencializa o oferecimento de diversos serviços dentro do escopo de medição de consumo de energia elétrica (emprego de tarifas pré-pagas, tarifas diferenciadas, tele-medição, medição de energia reativa, proteção contra fraudes), possibilitando combinações específicas para cada perfil de mercado que maximizem os benefícios para as concessionárias de energia e seus consumidores.

Missão: Identificar sempre as necessidades atuais e futuras do setor de medição de energia elétrica através da comunicação adequada com o mercado para oferecermos soluções especiais e competitivas. Assegurar os recursos administrativos com a adaptação imediata de mudança organizacional.



A empresa estabelece uma estrutura de produção, de valia no ambito nacional, na qualidade no custo e no controle ambiental. Se preparar para o futuro empenhando-se em expansão comercial, valendo-se a pena na melhoria continua e tecnologia e que seus clientes sintam orgulho em comprar dela. E como valores: Inovação, Parceria, Clareza, Confiança, Ética, Qualidade.

4.2 Características do Negócio

A organização tem como tendência a formação de diversos nichos com necessidades distintas (diversas combinações de serviços adicionais, conforme as características de cada parque instalado, como faturamento médio, índices de sazonalidade, índices de fraudes, inadimplências e perdas comerciais). A empresa oferece soluções customizadas, de baixo impacto operacional e de investimento para as concessionárias de energia elétrica do pólo de Manaus e detém o domínio do mercado nacional ao emprego de alta tecnologia, serão imperativas e dominantes nestes nichos.

Por fim, as características operacionais e de investimento são especiais neste segmento, se comparadas com outros segmentos do setor (alta e média tensão), pois o parque instalado de medidores na baixa tensão é muito mais volumoso (responde por 85% dos pontos de medição) e, embora demande apenas 26% do consumo de energia, representa 38% do faturamento nacional (dados ANEEL e ABRADDEE 2008).

Os produtos da empresa afetam diretamente o desempenho do produto final, por isso, todo planejamento de novos produtos corre em conjunto com os clientes, realizando testes especificados por eles para garantir resultados desejados.

4.3 Produtos

A empresa aplica em Manaus tecnologia Brasileira para fabricação de Medidor eletrônico monofásico watt-hora de energia elétrica ativa com mostrador eletromecânico e Medidor eletrônico bifásico watt-hora de energia elétrica ativa com mostrador eletromecânico. A figura 2, ilustra os produtos da empresa e suas características funcionais e técnicas.



| MEDIDORES MONOFÁSICOS | |
|-----------------------|--|
| Produto | Descrição |
| DOW 2101A | 1 Fase, 2 Fios - Monomia - Energia Ativa Classe B - Reg. Ciclométrico |
| DOW 2101L | 1 Fase, 2 Fios - Monomia - Energia Ativa Classe B - Reg. Cristal Líquido |
| MEDIDORES BIFÁSICOS | |
| Produto | Descrição |
| DOW 2102A | 2 Fases, 3 Fios - Monomia - Energia Ativa Classe B - Reg. Ciclométrico |
| DOW 2102L | 2 Fases, 3 Fios - Monomia - Energia Ativa Classe B - Reg. Cristal Líquido |

Figura 2 : Principais produtos fabricados e Suas Características Funcionais e Técnicas.

Fonte: Dowertech, 2016.

4.4 Estrutura Organizacional

A empresa conta com cerca de 40 anos de histórias e aproximadamente 900 colaboradores, Figura 3- Organograma da empresa - sendo diretos e indiretos, possuindo uma forma clara das funções e responsabilidade de cada um. Tem uma estrutura gerida por objetivos bem definidos e sempre que possível quantificáveis, de forma a motivar as pessoas com os objetivos globais da empresa. Ela ainda está subdividida em departamentos e setores que não estão representados na mesma, devido a sua complexidade de representação.

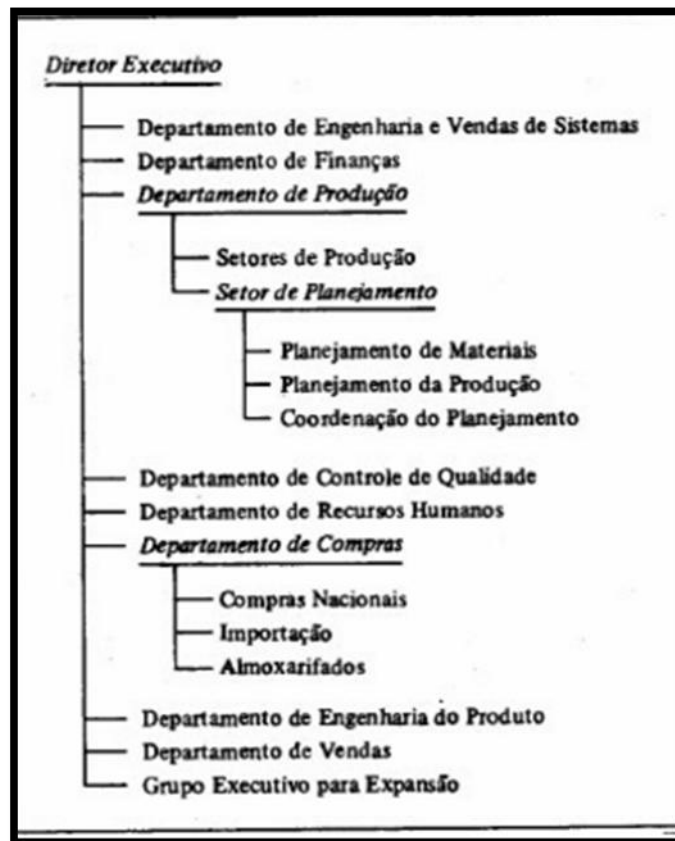


Figura 3: Estrutura organizacional da empresa

Fonte: Dowertech, 2016.

Um ponto forte da empresa é a área de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) diz respeito a melhorar ou criar um sistema para suprir alguma necessidade ou demanda da qualidade e organização de suas máquinas, pois ainda não são modernas, o seu ponto fraco principal é a frequente rotatividade no fluxo de processo, nas diferentes secções, devido entre outras causas a:

- Falta de habilidade e organização no trabalho;
- Fases das sequências operacional;

A empresa tem como principal objetivo, evitar que vários operários tenham que cumprir o tempo de produção e não apresentar constância de produção, possibilidade de lesões por esforço repetitivo, entre outros. e ainda com poucas informações divulgadas na produção.

4.5 Produto da Investigação

A investigação aborda o processo de fabricação de gravação a laser e cola ultrassônica da tampa do medidor, destinados a medidores de energia elétrica. As tampas são partes do sistema de encaixe do produto final, sendo componentes críticos na determinação do desempenho dos medidores, pois permitem melhorar a qualidade da informação para o consumidor final. A figura 4 demonstra um Mindmap – Projeto de Gravação e Cola Ultrassônica

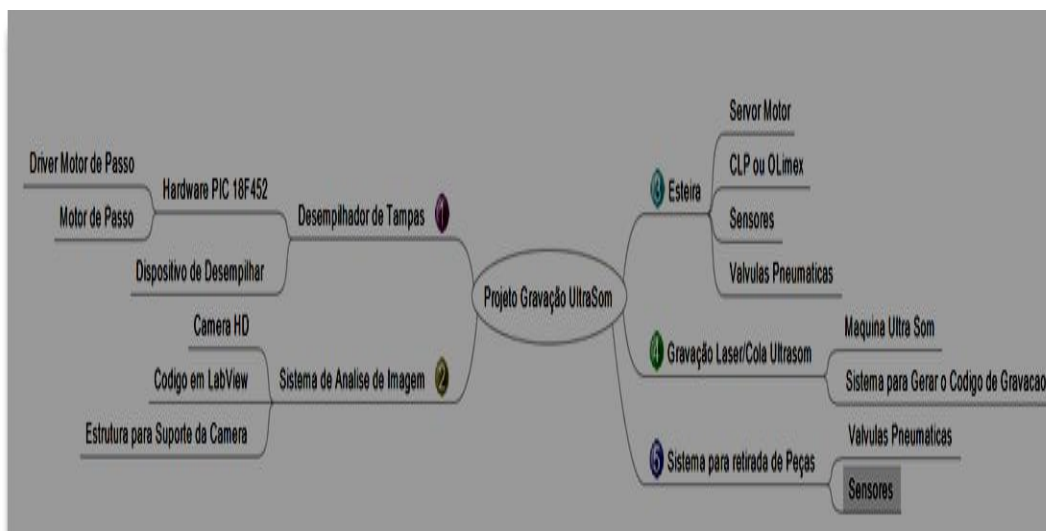


Figura 4: Mindmap – Projeto de Gravação e Cola Ultrassônica

Fonte: Dowertech, Adriana Araújo -2016

De acordo com a figura, os itens componentes e modulares do projeto são mostrados:

- 1- Sistema de desempilhamento de tampas;
- 2- Máquina de gravação a laser;
- 3- Câmera de alta definição para verificar via processamento de imagem a qualidade da gravação;
- 4- Sistema de aplicação de ID / Retirada de tampa não conforme;
- 5- Prensa ultrassônica para colar o ID na tampa do medidor;
- 6- Sistema mecatrônico para empilhamento das tampas finalizadas dos medidores;
- 7- Sistema mecatrônico para retirada de pilhas prontas da linha.



A organização desenvolve este projeto, para melhorar a qualidade do processo e o desempenho da produção. A figura 5, demonstra o produto desenvolvido na empresa manualmente em quase todo o processo.

De acordo com a figura , os itens componentes como são manuseados no processo:

- 1 - Ao retirar da caixa do fornecedor, analisar as tampas a serem usadas no processo de forma a segregar qualquer tampa com defeito ou contaminação.
- 2 - Pegar a tampa e aloca-la no gabarito da maquina de gravação laser (Fig. 1).
- 3 - Pressionar o pedal (Fig. 2) de forma a iniciar o processo de gravação.
- 4 - Ao fim do processo retirar a tampa do gabarito, analisar para garantir que não ocorreu nenhum problema no processo (Fig. 3) e empilha-las em ordem sequencial.
- 5 - Pegar a próxima tampa na sequencia, limpa-la e a posicionar no suporte da solda ultrassônica (Fig. 4). Posicionar a ID na tampa (Fig. 5) respeitando a orientação de ambas e garantindo que não existam restos de plástico ou outras contaminações na ID.
- 6 - Pressionar ambos os botões na lateral da maquina de solda para realizar a soldagem. (Fig. 6).
- 7 - Posicionar as tampas em pilhas sequenciais para serem levadas para o fechamento (Fig. 7).

Assim, a organização empreendeu pesquisas em processos, obtendo como resultado uma diversidade e métodos disponíveis. Dentre estes, O MTM se destacou devido ao significativo número de empresas que o adotaram, bem como os resultados obtidos com a sua implantação.

O MTM oferece uma abordagem que adota uma postura mais atraente especialmente para os funcionários, uma vez que a sua correta implantação atende às necessidades básicas de ergonomia dos colaboradores, além de dar eficiência às linhas de produção possibilitando uma real diminuição de custos. A evolução contínua desse método levou a uma conseqüente aceitação e confiabilidade do mesmo junto ao mercado.



Figura 5: Ilustração Operacional

Fonte: Dowertech, 2016

Todos esses fatores indicam que o MTM é uma ferramenta de gestão da produção direcionada para os processos industriais, onde sua utilização é uma decisão estratégica por conduzir a empresa ao aumento da produtividade e possibilitar também a melhoria de processos, além de integrar-se adequadamente aos conceitos da "Mentalidade Enxuta" e da "Teoria das Restrições".



5 Projeto MTM e Otimização do Processo Produtivo

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso, descrevendo a aplicação prática do estudo de Tempos e Métodos para melhorar o Balanciamento da produtividade numa linha que é manual e vai ser otimizada por uma esteira e relocar as duas máquinas. Tendo como base o método (definição do problema, medição do problema, análise da situação atual, propostas de melhoria e controlo) demonstrando o planeamento das atividades do projeto realizado na empresa, cujo objetivo principal é implementar ações de melhorias que melhor se adequam à realidade do problema, em conformidade com o que (Cervo e Bervian ,1983) descrevem: se observa, regista, analisa e relaciona fatos ou fenômeno (variáveis) sem manipulá-los/alterá-los.

5.1 Fase de Definição

O início da implantação do projeto no parque fabril da empresa Dowertech, teve como objetivo primordial, buscar os pontos a serem melhorados e os potenciais ganhos a serem oferecidos. Juntamente a isto, foi realizada uma ambientação interna, para saber o grau de satisfação dos operários.

A empresa resolveu implantar o método MTM em seu parque fabril, por inúmeros motivos, porém três deles tiveram um impacto decisório maior: a consultoria apontou perdas significativas nos processos, que corrigidas resultariam em ganhos significativos para a empresa; a pesquisa interna detectou críticas ergonômicas levantadas pelos operadores, que geravam um alto índice de afastamento, que seriam eliminadas com a aplicação do método e o projeto da esteira para otimizar a linha já ganharia um planeamento de balanciamento antecipado de maximização manual com funcionários para enxugar. Assim, a organização empreendeu pesquisas em processos, obtendo como resultado uma diversidade e métodos disponíveis. Dentre estes, O MTM se destacou devido ao significativo número de empresas que o adotaram, bem como os resultados obtidos com a sua implantação.

O MTM oferece uma abordagem que adota uma postura mais atraente especialmente para os funcionários, uma vez que a sua correta implantação atende às necessidades básicas de ergonomia dos colaboradores, além de dar eficiência às linhas de produção possibilitando uma real diminuição de custos. A evolução contínua desse método levou a uma conseqüente aceitação e confiabilidade do mesmo junto ao mercado

5.2 Implantação do MTM

Como o parque fabril da empresa Dowertech é muito diversificado e amplo, com singularidades distintas nos processos de cada linha de montagem, foi decidido iniciar a implantação do método em uma linha de montagem piloto e posteriormente ser estendido para as demais linhas de montagem, através de uma política de boas práticas.

Primeiramente foi realizada uma reunião com todos os colaboradores, a fim de explicar a filosofia da metodologia do MTM e os objetivos almejados pela empresa, esclarecendo a importância da participação de todos para o sucesso do projeto, conforme seqüência descrita na figura 6.

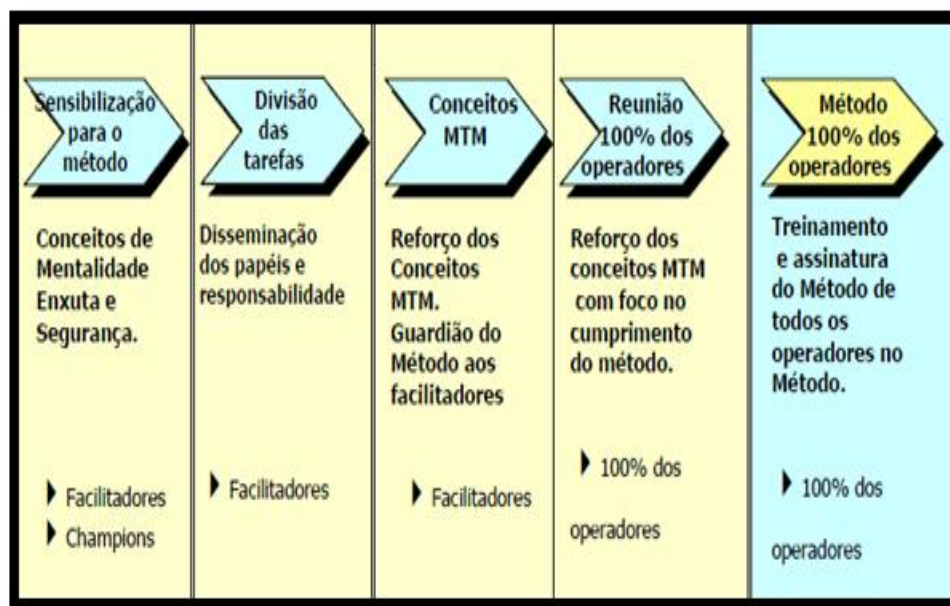


Figura 6: Ilustração da Comunicação da Mudança
Fonte: Elaboração própria, 2016.

Com todos engajados, o projeto inicia-se com a análise da linha de montagem, onde esta é dividida em “ 2 ilhas” e cada ilha possui um processo crítico, por isso o motivo da separação. Cada ilha ficará sobre responsabilidade de um facilitador, cuja responsabilidade está em garantir o fluxo do processo e transição para o novo método proposto.

O início da implantação do MTM acontece com as análises dos postos de trabalho de cada uma das ilhas, a análise é feita através da observação das atividades dos operadores, a fim de ter dados para preenchimento das tabelas de análises. Juntamente a este processo foi confeccionado um diário com intuito de registrar as sugestões dos próprios operadores de melhorias nos seus próprios postos de trabalho, gerando a participação de todos.

Pode-se dividir em etapa a metodologia empregada pelo método MTM, tais procedimentos contemplam a analisar os postos de trabalho nas condições reais de trabalho e posteriormente promover alterações buscando a otimização dos processos, onde as etapas a serem seguidas são:

Levantamento e eliminação das atividades que não agregam valor no processo produtivo, durante a montagem do produto;

□ Implementação das melhorias nos postos de trabalho;

□ Fiscalização do cumprimento das alterações proposta pela metodologia.

A metodologia empregada pelo MTM pode ser observada na figura 7 , que mostra o desenvolvimento de cada etapa, sem esquecer das considerações propostas pelos operadores.

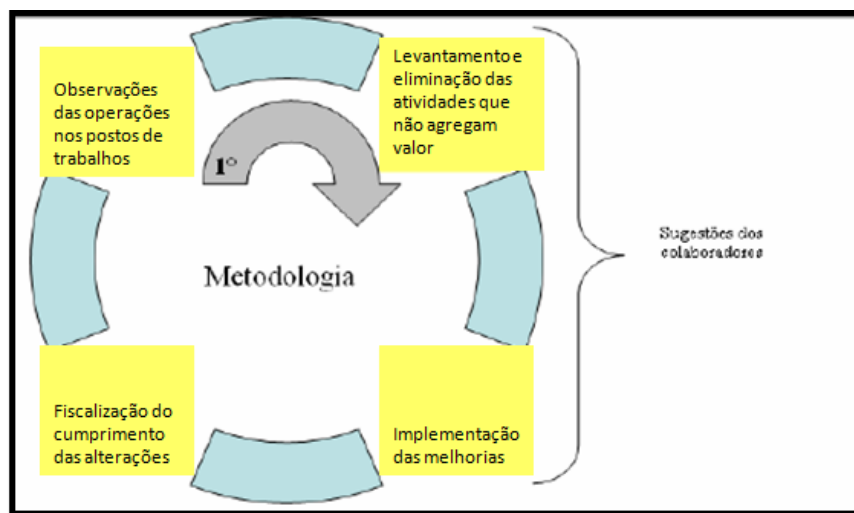


Figura 7: Ilustração da Metodologia Implantada.

Fonte: Elaboração própria, 2016.

Através da aplicação da metodologia do MTM, cada uma das ilhas passaram por um conjunto de análises baseadas nas tabelas para esta finalidade. Sendo assim, as operações foram rebalanceadas,



buscando o nivelamento das atividades com o Takt Time da linha de montagem, visando a otimização do processo, tal conceito será aprofundado no item 5.2 deste capítulo. O objetivo principal das análises era justamente promover alterações nos postos e processos, que anteriormente estavam precários, buscando a forma mais adequada para a realização dos mesmos, com foco no ganho produtivo e ergonomia.

Os levantamentos destas análises, facilitara as realizações das alterações propostas pelo novo método, onde estas visavam a redistribuição nas atividades das operações, ajuste físico nos posto dos operadores, a adequação das ferramentas de trabalho, melhoria no acondicionamento e fornecimento das peças para realização do trabalho e tratativa nos movimentos anti-ergonômicos.

A observação das atividades realizadas pelos operadores, buscando aprimoramento e otimização dos postos de trabalho. Com todos os postos de trabalhos da linha de montagem analisados, geraram-se dois tipos de alterações: a do método, que era analisado posteriormente pela consultoria do MTM e as alterações físicas, onde os levantamentos das realizações geral é mostrados na figura 8 e os planos de ações, gerados para alterações físicas nos postos de trabalho eram encaminhadas ao Kaizen Shop (grupo ligados a manutenção, voltados a sanar os planos de ações gerados pelo MTM), além do envolvimento de outras áreas de responsabilidades da Engenharia de Processo, cabendo as esta direcioná-las ou resolvê-las.

O estudo dos métodos tem por objectivo diminuir o conteúdo de trabalho, isto é, visa principalmente a eliminação dos movimentos inúteis do homem e dos materiais e substituir métodos de execução medíocres por outros mais eficazes, de modo a reduzir custos.

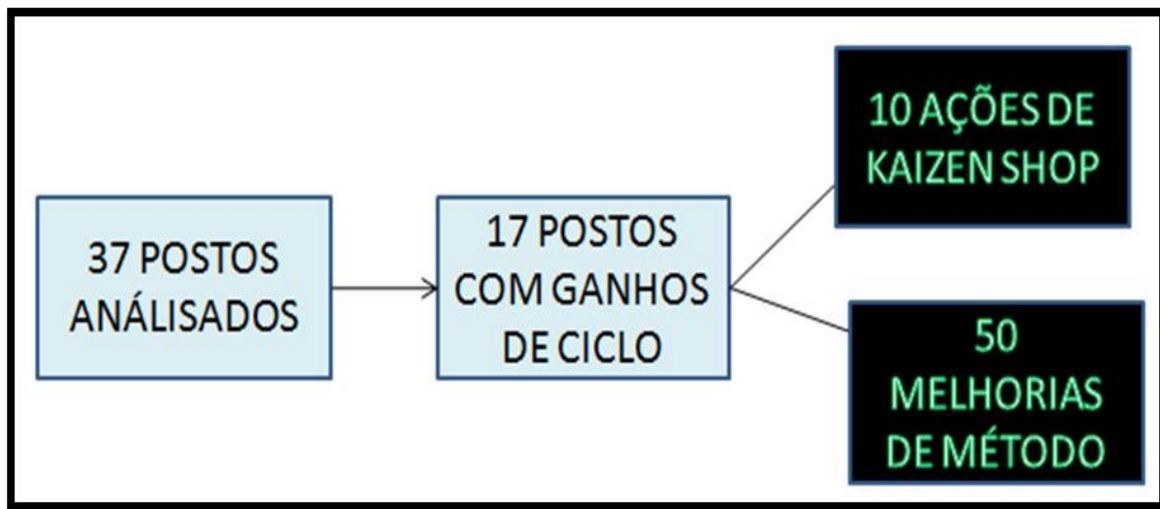


Figura 8 – Levantamento das Melhorias
Fonte: Elaboração própria, 2016.

5.3 Takt Time e Gráfico de Balanceamento de Operações

Segundo (Monden 1984), o tempo de ciclo é aquele no qual uma unidade de um produto deve ser produzida, e isso é dado através da razão entre o tempo efetivo de operação diária e a quantidade diária necessária de produção. Sendo assim, takt-time é definido a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção através do ritmo de produção necessário para atender tal pedido, de forma que seja possível evidenciar eventuais diferenças com o ritmo real de produção na linha de montagem. Matematicamente, resulta da razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas.

O emprego do takt-time tende a reduzir a flexibilidade de resposta dos sistemas de produção com relação às flutuações de volume e mix. Esse aspecto acentua a necessidade da existência de um sistema de planejamento capaz de antecipar e dissipar as flutuações de curto prazo na demanda, através do nivelamento da demanda, (MONDEN, 1984).

Conforme aponta o site da (Lean Institute Brasil, 2007), o Gráfico de Balanceamento de Operação-GBO, é um gráfico criado a partir da identificação dos elementos de trabalho de cada posto em uma área,

facilitando a visualização dos potenciais problemas e direcionando para as possíveis tratativas. Pode também representar:

- ▮ A carga média de trabalho em cada área de uma linha;
- ▮ O elemento de trabalho corresponde a menor parte da atividade executada em um posto, sendo estas aquelas que agregam ou não valor ao produto;
- ▮ O tempo de ciclo, que é a somatória dos tempos de cada elemento de trabalho executado em um posto;
- ▮ A carga de trabalho, que é o percentual de ocupação do tempo de ciclo em relação ao tempo takt;
- ▮ O tempo de ciclo planejado, que é tempo de ciclo correspondente a uma porcentagem do tempo takt.

A visualização de tais conceitos está explícita da figura 09, e sua aplicação será efetiva no rebalanceamento das ilhas da linha de montagem.

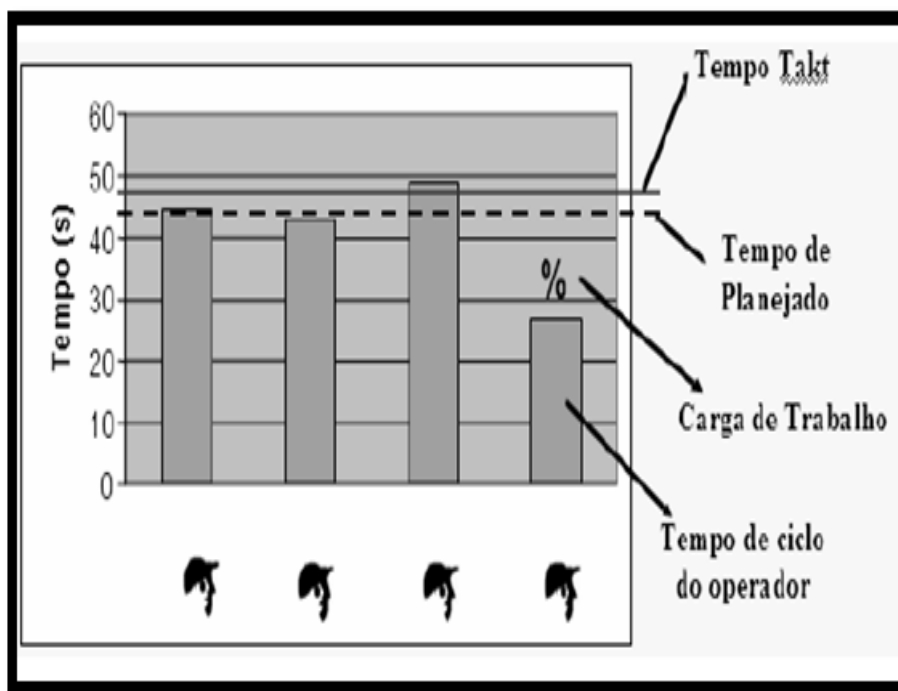


Figura 09 – Ilustração do Gráfico de Balanceamento das Operações.

Fonte: Elaboração própria, 2016.



5.4 Rebalanceamento das Atividades

Com as realizações das análises e o plano de ação em andamento, a fase seguinte contemplou o rebalanceamento das atividades realizadas pelos operadores nos postos de trabalho, visando:

Redução do Lead Time, ou seja, tempo total de transformação de uma matéria-prima, desde seu estoque, até a expedição do produto acabado;

- ▮ Redistribuição das atividades dos postos que ultrapassam o Takt Time, que influenciará na realização das horas extras por ineficiência produtiva (não atendimento da produzida em relação a demanda programada);

- ▮ Estabilidade do Gráfico de Balanceamento de Operação (GBO), que é um gráfico criado a partir dos elementos de trabalho de cada posto, criando a carga média de trabalho para a linha;

- ▮ Aumento de produtividade;

- ▮ Eliminação de gargalos nas operações e na linha de montagem;

- ▮ Redução do tempo de operação

O rebalanceamento foi realizado em 2 ilhas, aplicando nelas as mudanças nos métodos de trabalho proposta pelo MTM, buscando o máximo possível, o nivelamento das atividades com o Takt-Time da linha de montagem.

Os gráficos de GBOs apresentados neste capítulo, tem como premissa realizar a comparação da situação antes e depois da implantação do MTM para cada ilha. Estes gráficos mostram a situação real da ilha, relacionando a carga operacional de cada posto de trabalho com o takt-time estabelecido para linha de montagem, considerando a mão-de-obra necessária para realização das atividades e os modelos à serem produzidos, facilitando a visualização dos postos onde deve ser focalizada a atuação do método.

5.5 ILHA I

Esta ilha contempla toda fase de preparação antes do processo de Gravação a Laser e Prensa da ID, nota-se que o gráfico 1, faz um panorama da situação real nesta ilha e os postos à serem tratados. Anteriormente a implementação haviam três postos que o tempo de atividade excedia o takt-time da linha e muitos postos onde as cargas de trabalho eram baixas, sinalizando o possível ganho de mão-de-obra (não significa desligamento e sim um melhor aproveitamento). A principal expectativa da

implantação do MTM seria o rebalanceamento dos postos de trabalho onde os tempos das atividades estariam ultrapassando o tatk-time e a melhor distribuição das atividades entre os postos de trabalho, visando eliminar a ociosidade em alguns postos e o gargalo em outros postos, dinamizando o processo resultando no ganho produtivo e de mão de obra direta (MOD).

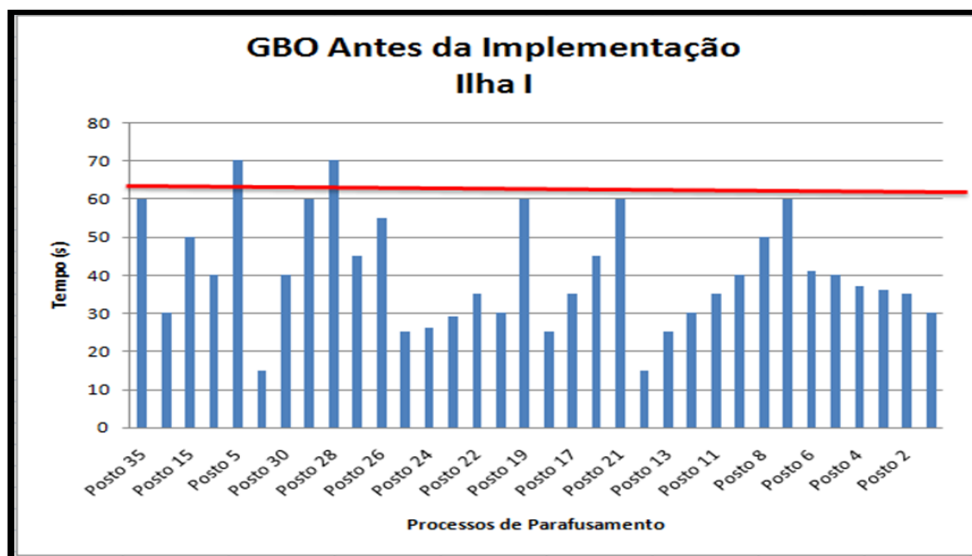


Gráfico 1 - GBO da Ilha I antes da implementação.

Fonte: Elaboração própria, 2016

O gráfico 2 , mostra a eliminação dos postos que ultrapassavam o Tatk Time, onde as melhorias com a implantação do método surtiram efeitos, tais como rebalanceamento e redistribuição das atividades das operações realizadas, mudanças no layout dos postos de trabalhos, adequação e melhorias nas ferramentas de trabalho, reestruturação no fluxo de peças. Com isto, o GBO tornou-se estabilizado e a ilha deixou de ser restritiva para a linha de montagem.

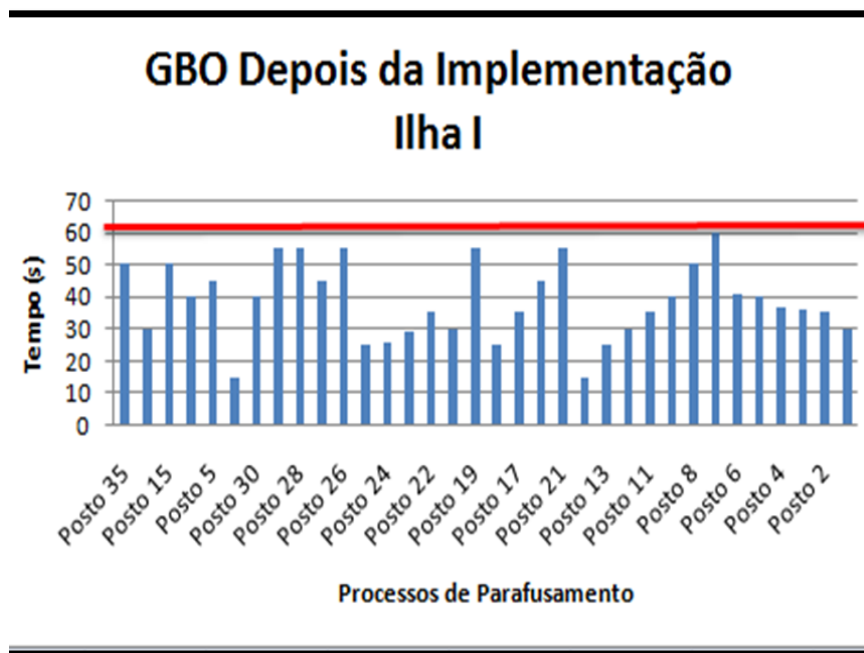


Gráfico 2 - GBO da Ilha I depois da implementação.

Fonte: Elaboração própria, 2016

5.6 ILHA II

A ilha II, foi a mais complexa para se implantar o método, devido ao alto numero de atividade nos postos de trabalhos e o fato da necessidade de vários operários para cumprir o tempo de produção, do ser humano não apresentar constância de produção, possibilidade de lesões por esforço repetitivo, entre outros. Este procedimento torna-se primordial a automação do processo.

O gráfico 3 nos mostra o numero do posto que ultrapassar o tatk-time e no entanto outro abaixo do mesmo. A inconstância do gráfico era refletida diretamente na produtividade da linha, pois esta ilha tornava-se o gargalo da linha como um todo. Por este motivo tornava-se claro a importância da atuação do MTM através do rebalanceamento das atividades e alterações direcionadas para reverter o gráfico.

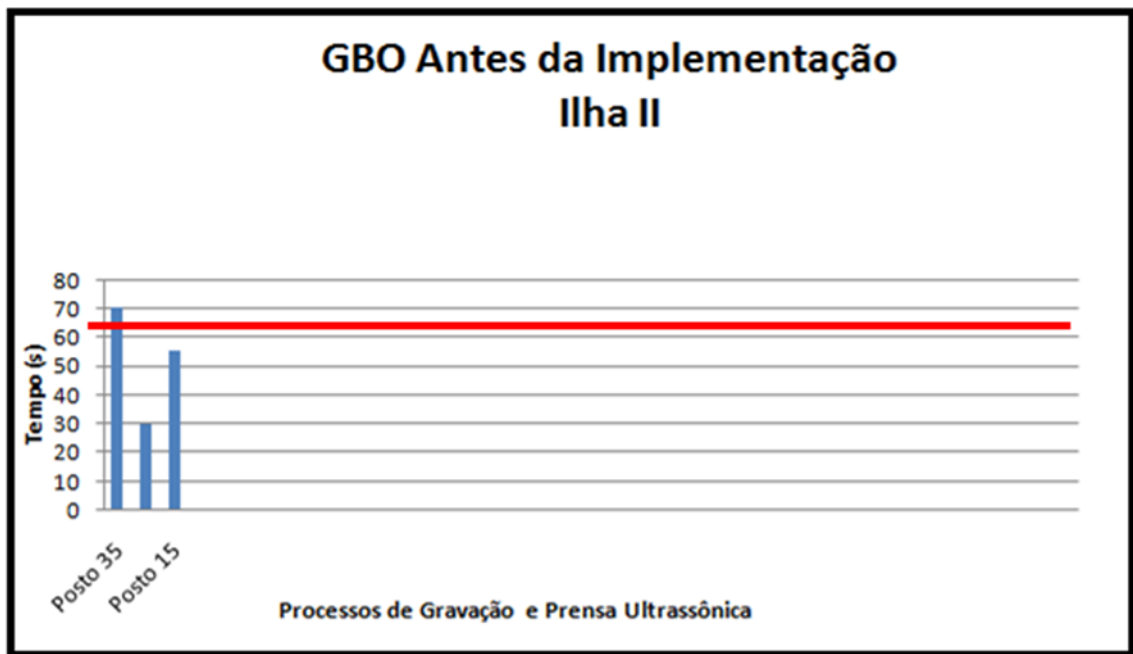


Gráfico 3 - GBO da Ilha II antes da implementação.

Fonte: Elaboração própria, 2016

Posteriormente a passagem o MTM desta ilha, torna-se evidente o nivelamento das atividades com o tatk-time mostrado no gráfico 4, eliminando os postos acima do mesmo. Sendo assim, esta ilha deixou de ser um gargalo para linha.

É nesta ilha que o projeto de automação no processo da gravação a laser e prensa ultrassônica da tampa do medidor, como o próprio nome sugere, realiza dois processos: O de gravação e o da prensa ultrassônica vai ser transferido para uma esteira, com recursos de velocidade, alimentação, descarte, e retirada automatizadas, onde atualmente é feito de modo manual. Onde a meta de tempo para o processo não pode exceder 6 segundos. Uma esteira, denominada EDG-6102 foi desenvolvida levando-se em consideração a área do local onde será instalada, altura, estrutura física dos equipamentos adjacentes a serem implementados ao sistema, dimensões e estrutura mecânica do equipamento de gravação a laser e prensa ultrassônica, os quais já fazem parte do processo atual.

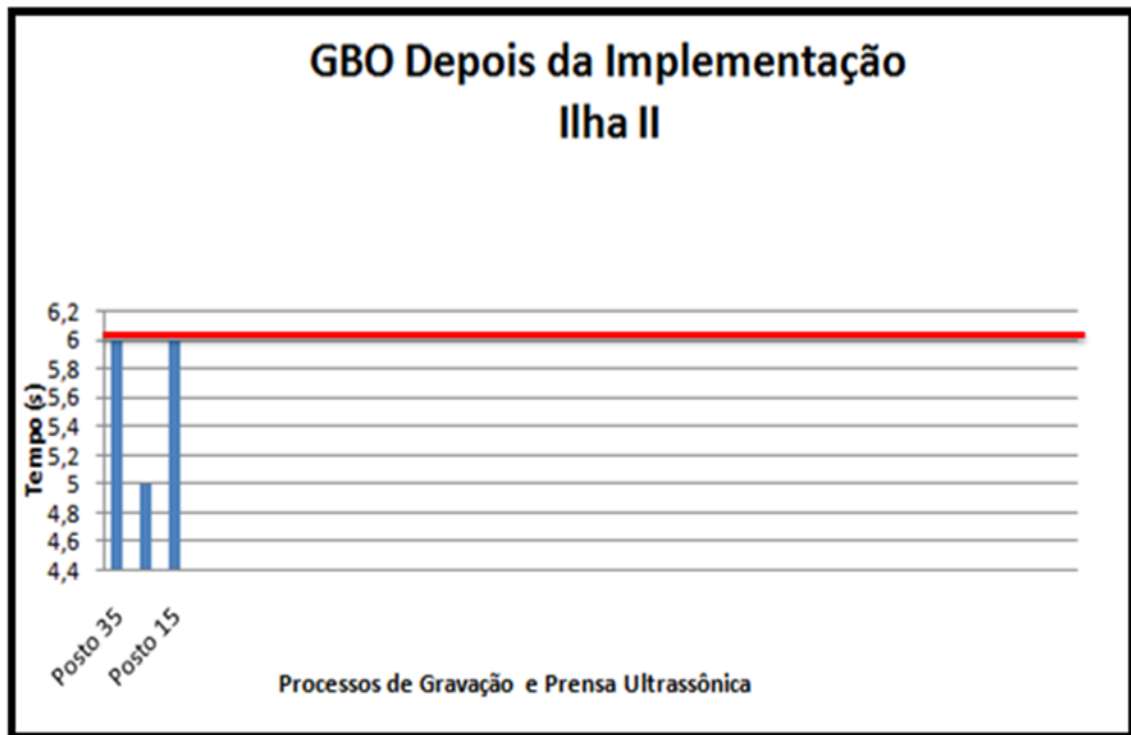


Gráfico 4 - GBO da Ilha II depois da Implementação.

Fonte: Elaboração própria, 2016

5.7 Análise do posto de Gravação e Prensa Ultrassônica

Antes de implantar o MTM, os postos de Gravação e Prensa Ultrassônica era um gargalo para a linha de montagem, comprometendo diretamente no atendimento da demanda à ser produzida, pode-se notar no gráfico 03, que os postos 35 e 15 correspondem as máquinas de Gravação e Prensa e ambas estão ultrapassando o tatk time, onde o tempo médio para a realização das atividades era 60 segundos. O motivo destes postos serem restrições para o andamento da linha, era distribuição das atividades, a organização das peças nos postos de trabalho, a utilização de ferramentas inadequadas para a operação e complexibilidade dos movimentos para a execução do trabalho, que pode-se visualizar na figura 10, o layout do posto.

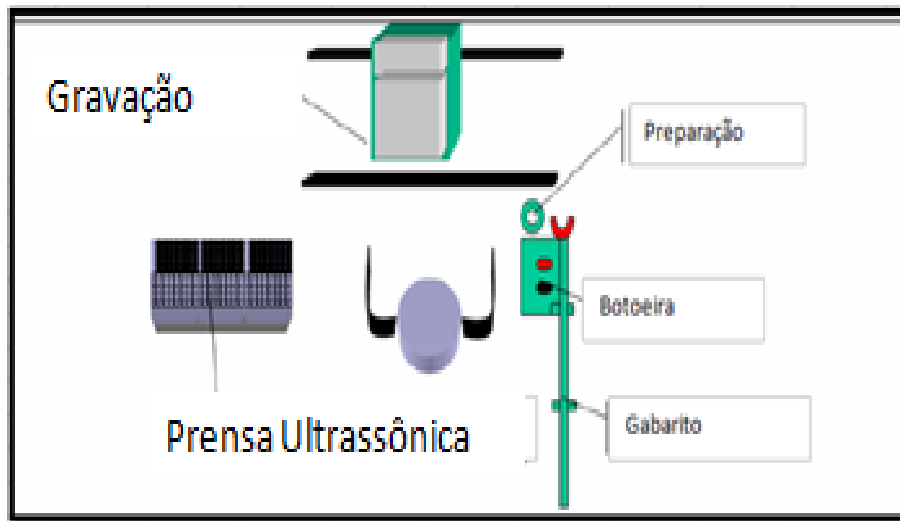


Figura 10 - Ilustração do layout do posto de Gravação e Prensa Ultrassônica antes da implementação do MTM.

Fonte: Elaboração própria, 2016.

Após a implantação das propostas sugeridas pelo MTM, o tempo de execução das atividades do posto da Gravação e Prensa Ultrassônica, reduziu para 6 segundos, gerando um ganho produtivo de 85%. As melhorias promovidas pelo novo método, foram focalizadas na otimização de uma esteira no processo e rebalanceamento das operações, otimização nos movimentos executados, ajustes nos postos de trabalhos, através de mudanças físicas e readequação nas ferramentas de trabalho, resultado na reestruturação do dinamismo do fluxo da demanda, pela eliminação de tal gargalo.

Detalhes de construção no que se refere à segurança operacional são levados em consideração, a fim de facilitar trabalhos de manutenção preventiva / preditiva / corretiva, sendo que os técnicos poderão ter acesso pela parte posterior ou frontal do sistema, sendo facilitada a operação pela face posterior, bem como pela parte inferior, dotada de quadro elétrico / eletrônico de fácil acesso e identificação. As adequações do posto em questão pode-se ser visualizada na figura 11. Estima-se que a cada 1,7 minutos deve sair uma pilha de 17 tampas prontas do sistema, tempo este que é utilizado como ponto de referência para os estudos e ajustes de desempenho e capacidade. Estudo da construção de enclausuramento, conforme preconizam as normas vigentes, que possibilite o acompanhamento visual do andamento do processo e que proporcione a segurança necessária, em observância, inclusive, quanto à segurança operacional de equipamentos que emitem radiação não ionizante.

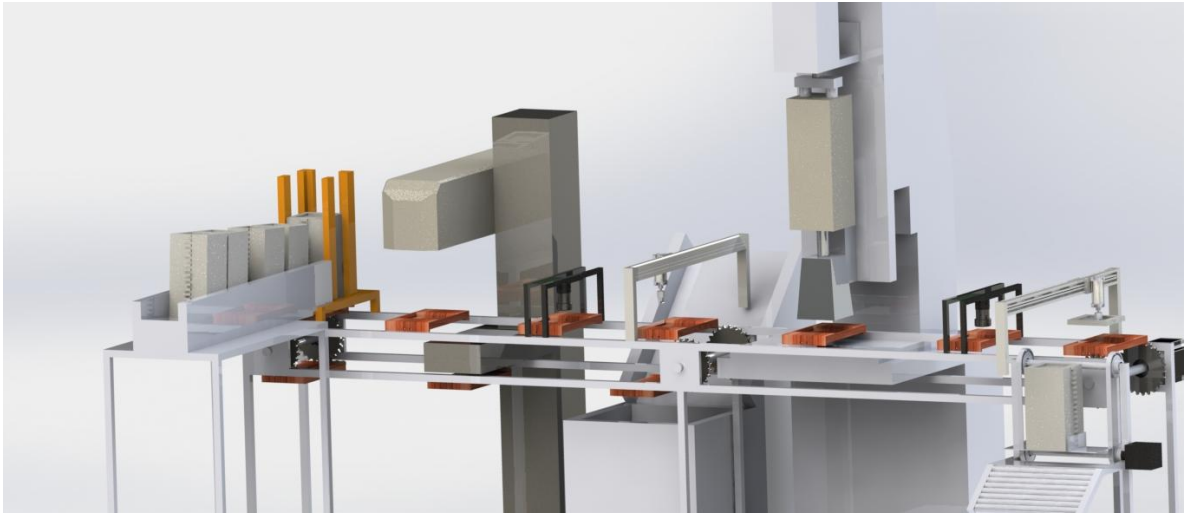


Figura11 - Ilustração do layout do posto de Gravação e Prensa Ultrassônica depois da implementação do MTM e Otimização.

Fonte: Projetista Rafael (Empresa), 2016.

5.8 Análise do posto de Colocação do Parafuso

O posto da máquina de prensa, mostrado na figura13, era uma restrição para o fluxo da linha, como se pode visualizar do posto 35 no gráfico 3.

A dificuldade no posto em questão era devido à diversidade e a quantidade de peças devido aos mix de produção variada, além dos problemas com o balanceamento das atividades, utilização de ferramentas ultrapassadas, má distribuição das atividades e organização dos postos. Caso ocorram variações e se a organização for flexível, esta não sofrerá perdas. Para (Marçola, 2000), significa ter habilidade para aumentar ou diminuir rapidamente os níveis de produção ou transferir a capacidade de produção de um produto ou serviço para outro.

A situação se agravava, pela existência do efeito cascata ocasionado pelo atraso dos postos antecessores figura 12, potencializando o tempo de atividade, travando assim a linha de montagem, devido ao tempo exceder o takt time. Materiais utilizados no processo:

- Base montada com o mostrador ciclométrico;
- Ponte de corrente central;
- Ponte de corrente lateral;

- Bloco;
- Parafuso M6;
- Parafusadeira (torque entre 6 e 8).

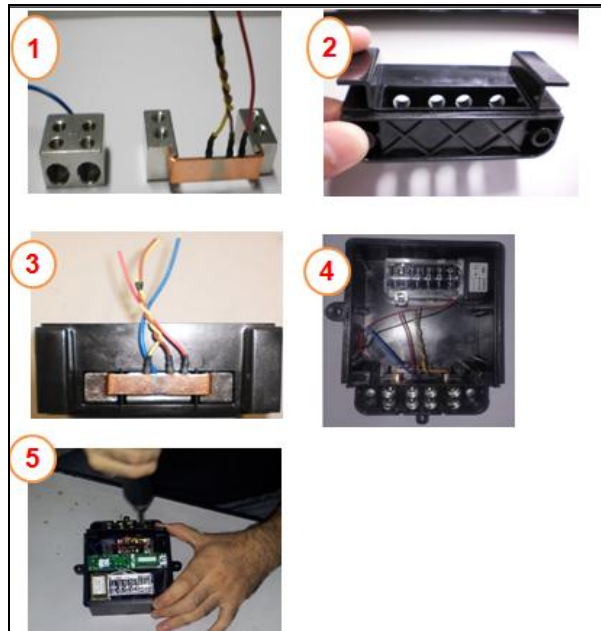


Figura 12 - Ilustração do layout do posto de colocação de parafusos antes da implementação do MTM.
Fonte: Empresa, 2016.

Descrição da Operação é importante para a determinação do melhor método para execução de um trabalho, mediante a análise dos movimentos feitos pelo operador durante a operação. Procura-se eliminar todos os movimentos que não concorrem realmente para o desenvolvimento e progresso do trabalho.

- 1 - Verificar se os terminais da ponte de corrente lateral e central estão com os fios na posição correta obedecendo a ordem das cores: Amarelo, Marron e Vermelho e de outros problemas com enfoque nos fios e furos dos mesmos. (Fig. 1);
- 2 - Pegar o Bloco e verificar se o encaixe e os furos não possuem falhas (Fig.2);
- 3 - Encaixar a ponte de corrente central e em seguida o a ponte de corrente lateral no bloco conforme os furos (Fig. 3)
- 4 - Encaixar o bloco terminal de plástico na base até o limite com os furos voltados para frente (Fig.4);
- 5 - Colocar e apertar os parafusos nos medidores (fig. 5).

Após as adequação promovidas pela automatização, como redistribuição das atividades de trabalho, melhoria física no posto em questão e nas ferramentas à serem utilizadas o tempo para realizar a atividade passou de 60,63 segundos para 30,29 gerando um ganho de 30%, tais mudanças pode ser vista na figura 13, juntamente com alterações realizadas nas demais ilhas, fizeram com que o tempo de atividade não superasse o takt time, resultando em fluxo para a linha.

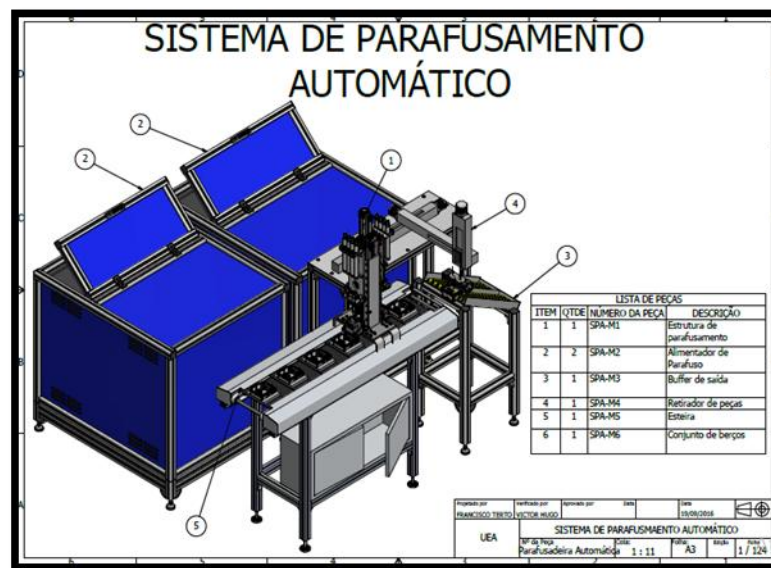


Figura 13 - Ilustração do layout do posto Parafusamento depois da implementação do MTM e Otimização.

Fonte: Projetista, 2016.

5.9 Aumento Produtivo

O principal objetivo almejado pela empresa estudada, com a implementação do MTM, era o aumento produtivo, ou seja, maior volume de produção e redução no quadro de mão-de-obra direta (MOD) e nos tempos das operações, pois assim com os respectivos ganhos resultariam diretamente na redução do custo final do produto, gerando um diferencial competitivo significativo para a empresa. A meta estipulada pela gerência era o um incremento de 300 produtos em 1 turno para manter estável o quadro de produção automática.



Na figura 14, pode-se notar os ganhos do projeto onde vale a pena ressaltar três pontos:

- 6,25 % de aumento de produtividade (300 Produtos/3Turno para 1000 Produtos/1Turno);
- ▮ Redução no quadro de MOD em 7 pessoas;
- ▮ Redução do tempo de operações das atividades.

O estudo do MTM e a automatização é focado na redução dos tempos das atividades de operação para aumentar o dinamismo da linha de montagem. Com o projeto vários postos reduziram seus tempos, para isso todos os tipos de trabalho da linha de montagem foram analisados similarmente como foram feitos com os postos de Gravação e Prensa e colocação dos Parafusos, visando otimiza-los através da redistribuição das atividades nos postos de trabalho, melhoria físicas e movimentos, inovações ou adequações nas ferramentas, promovendo a ergonomia.

5.9.1 Estabilidade de Entrega

Uma das vantagens observadas com o andamento do projeto foi a estabilidade no atendimento da produção planeada, anteriormente existiam dispersões na entrega resultando no não cumprimento do plano de produção, fazendo com que o Planeamento e Controlo de Produção e de Materiais (PCPM), planeasse o volume de produção com coeficiente de segurança muito alto para cumprir o plano de venda. O benefício disto, é a realização de um planeamento com menos tolerâncias que anteriormente existia devido resultando em muitos desperdícios.

No desenvolvimento deste capítulo serão apresentados gráficos que fazem um comparativo entre a entrega da produção e o atendimento da mesma, antes e depois da implementação do MTM.

5.9.2 Cenário de Input da produção antes do projeto MTM

O gráfico 5, mostra que a produção programada era dificilmente realizada. Este não cumprimento de metas eram possivelmente acarretadas pelos problemas específicos existentes de cada ilha, onde alguns foram já evidenciados no texto.



O não cumprimento da programação, que pode acontecer por inúmeros problemas, reflete diretamente nos cofres da empresa, devido ao aumento de quantidade de horas-extras que são necessárias realizar para o atendimento da programação. A ineficiência produtiva da linha de montagem era o maior causador no aumento das horas-extras, como a estabilidade de entrega obtida através do MTM este problema seria solucionado.

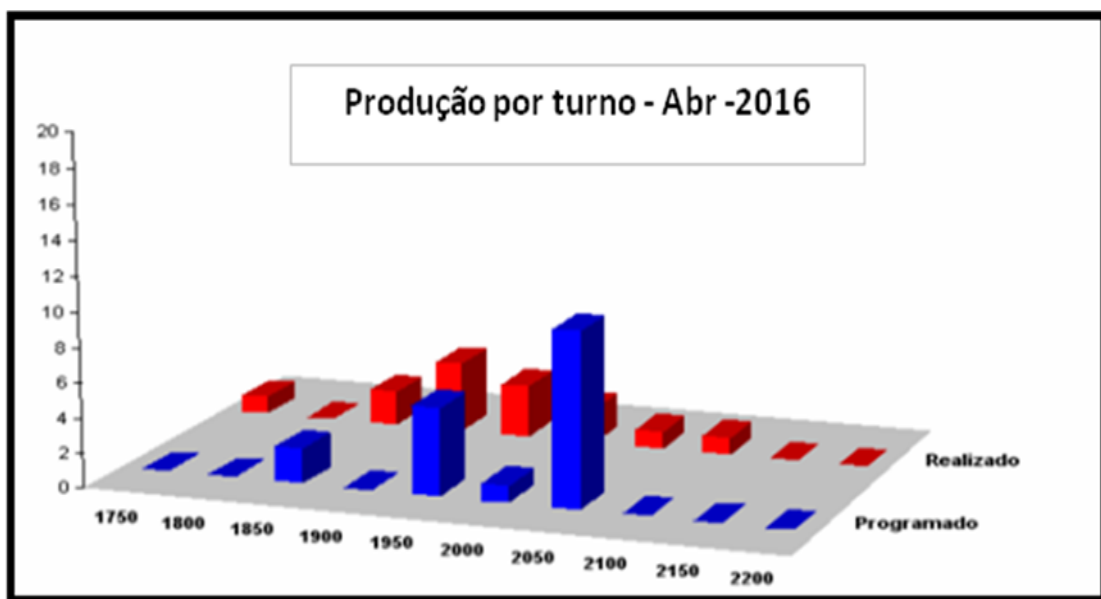


Gráfico 5 – Atendimento da produção antes da implementação do MTM.
Fonte: Elaboração própria, 2016.

Pode-se observar no gráfico 6, que a curva da produção realizada não seguia a curva da produção programada, ocasionando várias penalidades para empresa.

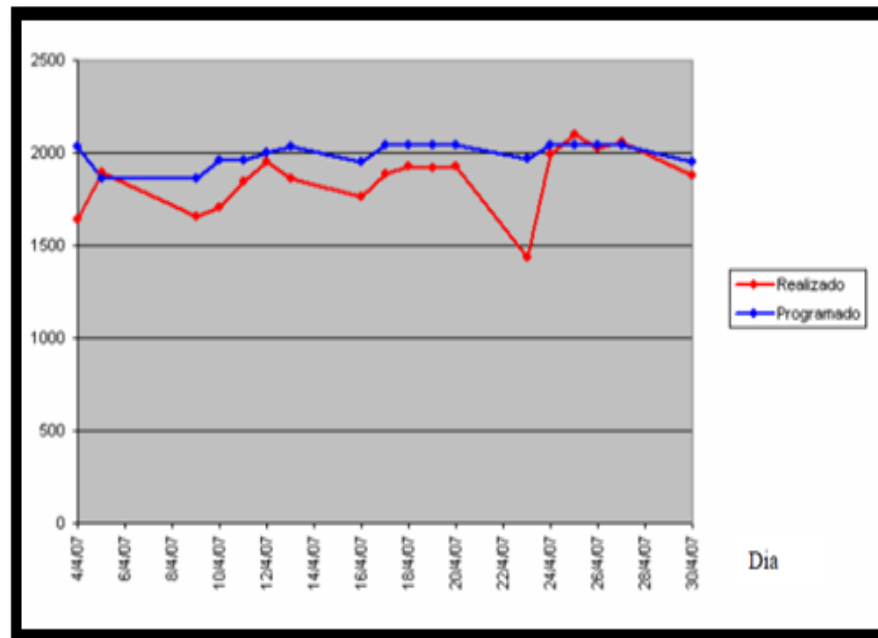


Gráfico 6 – Programado X Realizado antes da implementação do MTM.
Fonte: Elaboração própria, 2016.

5.9.3 Cenário Delivery da produção depois do projeto MTM e Otimização.

Podemos analisar pelo gráfico 7, que após a passagem do MTM na linha, a produção realizada cumpriu a programada, superando algumas vezes. Com isso o PCPM terá mais confiabilidade na entrega, realizando as programações com um menor coeficiente de segurança e as horas-extras por ineficiência produtiva seriam diminuídas refletindo no orçamento da empresa, deixando clara a evolução no atendimento do volume programado pela linha de montagem.

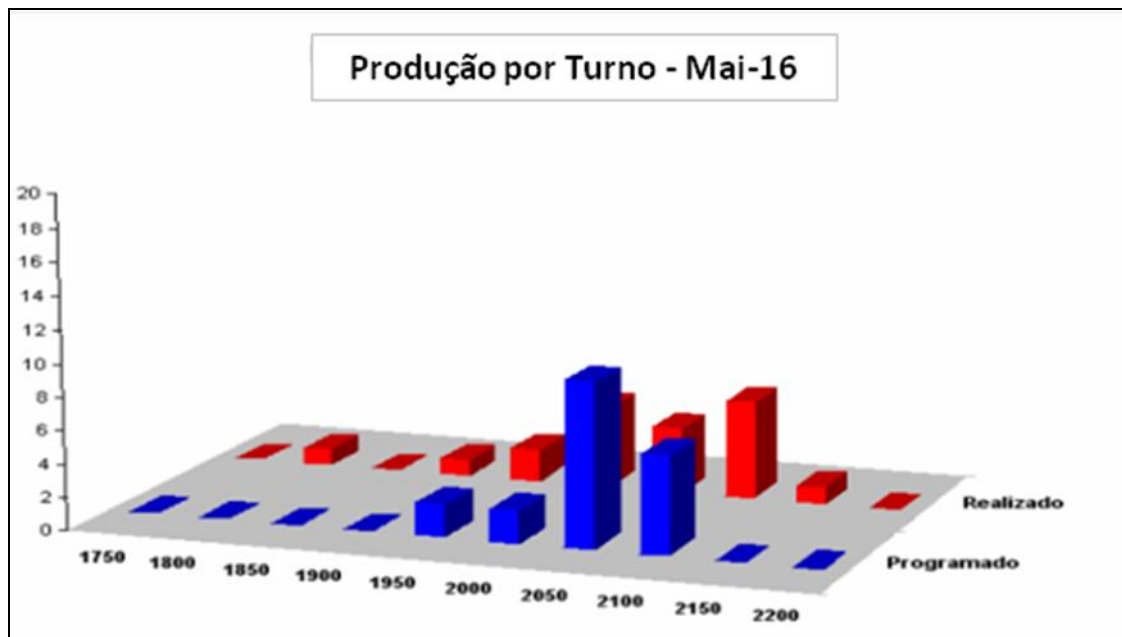


Gráfico 7 – Atendimento da produção depois da implementação do MTM.
Fonte: Elaboração própria, 2016.

Podemos observar pelo gráfico 8, que a curva da produção realizada segue a tendência da curva da produção programada, amenizando as penalidades anteriormente geradas para empresa.

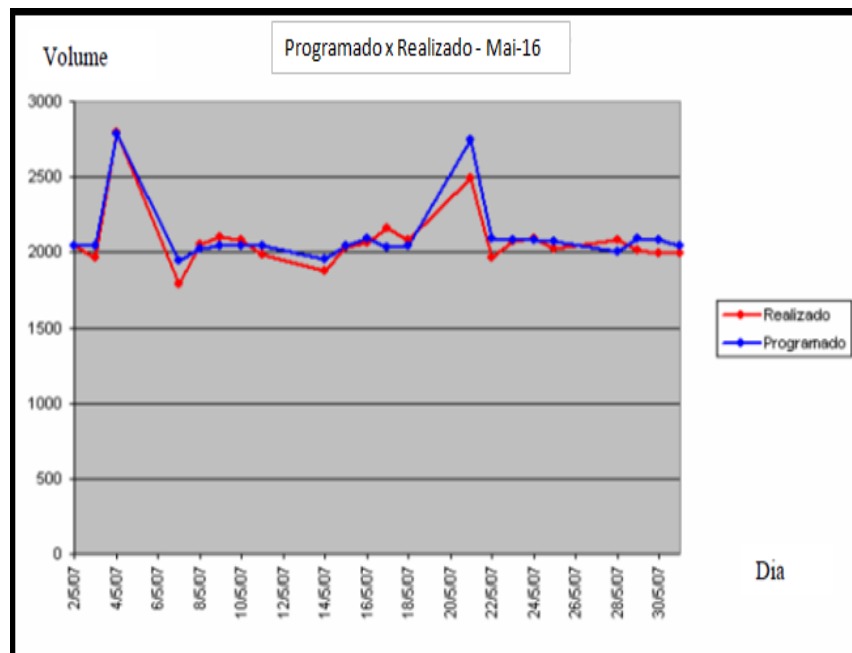


Gráfico 8 – Programado X Realizado depois da implementação do MTM.
Fonte: Elaboração própria, 2016.

5.9.4 Melhorias Ergonômicas

Durante o andamento do projeto, a percepção dos funcionários era essencial para o sucesso do projeto, onde foi constatado que as melhorias ergonômicas foi um dos maiores benefícios do MTM e da otimização influenciando diretamente o clima da área. Para auxiliar a implantação do método e mensurar os ganhos, foi criado um grupo de apoio, para auxiliar no estudo dos postos de trabalho, focando em analisar os tópicos relevantes que incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde relacionados ao MTM.

O departamento engenharia fez alguns levantamentos que podem ser melhores visualizados nos gráficos abaixo existentes neste capítulo, onde fazem a relação de cores com o risco de lesão do posto de trabalho.

O gráfico 9, nos mostra a situação ergonômica dos postos de trabalhos, antes da implantação do MTM em toda a linha de montagem. Diante deste contexto, através de análises ergonômicas feitas pelas análises do MTM em conjunto com os ergonômistas da empresa, foram levantados, a existência de 5 postos vermelhos, onde estes seriam críticos a saúde do colaborador, devendo ter uma tratativa imediata do MTM, em toda a empresa 80 postos amarelos que Volume Dia 58 precisariam ter ações para não se tornarem vermelhos futuramente e 51 postos verdes que não transmitiam nenhum risco de lesão aos operários.

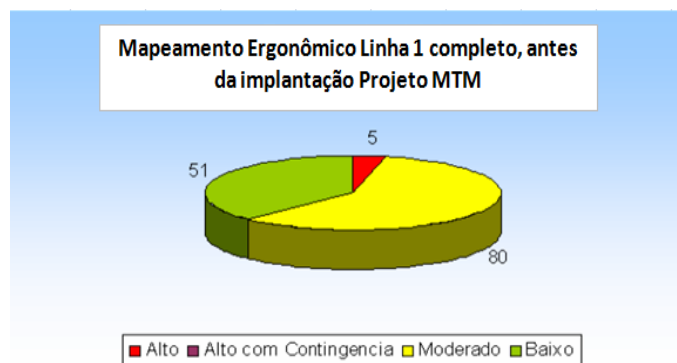


Gráfico 9 – Mapeamento do numero de postos críticos antes da implantação do MTM.

Fonte: Empresa, 2016

Com as análises promovidas pelo MTM, o estudo nos postos de trabalho, além do foco no aumento produtivo com a otimização, tinha a preocupação de ocasionar melhoras ergonômicas. O projeto somente seria entregue quando os postos vermelhos fossem sanados, com isso algumas adequações dos postos de trabalho e ferramentas eram essenciais e principalmente a forma de abastecimento de peças para a linha.

A figura 14 , mostra a melhoria no layout do posto de parafusamento para a operação promovida por um sistema para retiradas de peças, anteriormente a alteração era vermelho, pois tal procedimento exigia do operador, muitas torções muitas vezes ao dia, fazendo com que este posto gerassem queixas ergonômicas e afastamentos por lesões ou tendinites.

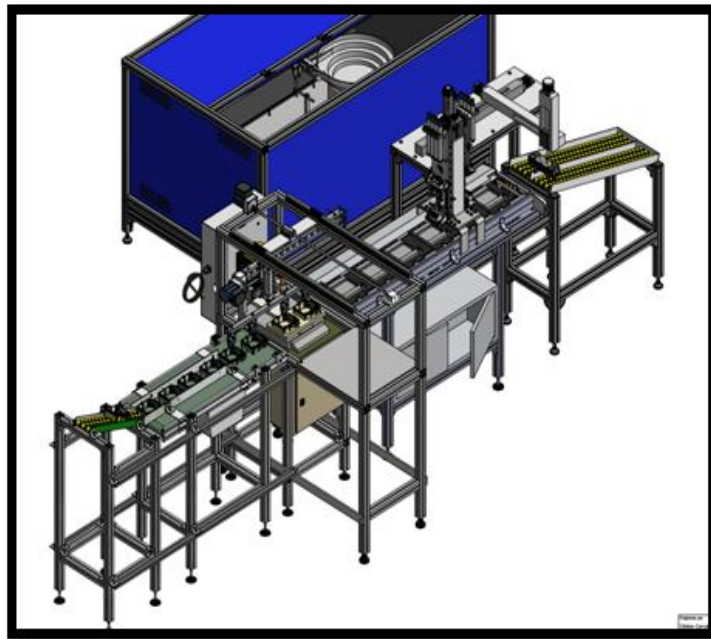


Figura 14 – Melhoria ergonômica no posto de abastecimento de compressor.
Fonte: Empresa, 2016

A utilização do sistema pneumático para retirada da tampa da esteira Figura 16, prevista em 3 fases do ciclo:

- 1- Retirada da tampa caso ocorra erro de gravação;
- 2- Retirada da tampa caso um ponto de solda se solte;
- 3- Retirada da tampa ao final do processo.

Outra mudança relevante foi a questão da implantação de uma esteira Figura 15, eliminando assim o manuseio e o transporte das caixas e tampas. A atuação do MTM foi essencial para a melhoria deste posto, pois instalaram um sistema dinâmico contendo partes mecânicas, elétricas, eletrônica e de computação, que eliminou os movimentos que causavam as lesões.

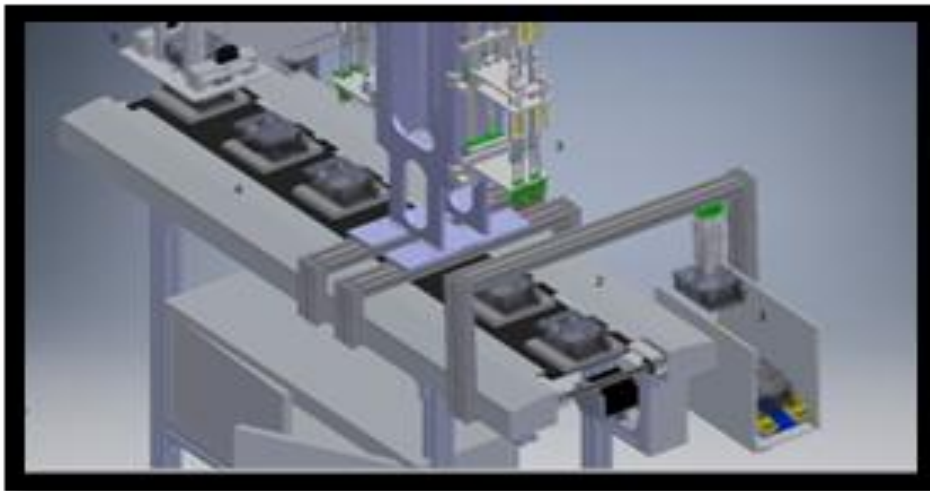


Figura 15 – Esteira Otimizada para o Medidor de Energia Elétrica.

Fonte: Empresa, 2016

Pode-se observar no gráfico 9, que as ações tomadas pelo MTM ao analisar os postos de trabalho como similarmente foi realizado nos postos de abastecimento da prensagem e preparação da gravação interna, ocasionaram a transição dos postos vermelhos em postos verdes e amarelos com contingência, sendo este, um posto amarelo com ações definidas em andamento porém ainda não executadas, tais como aquisição de equipamentos ou dispositivos, que dependem de prazo de entrega, mais que serão providenciadas até o termino do projeto . Além da redução dos postos amarelos em verde.



Gráfico 9 – Mapeamento do numero de postos críticos depois da implantação do MTM.

Fonte: Empresa, 2016.

A figura 16 enfoca as análises ergonômicas realizadas pelo MTM, para melhorar as condições dos postos de trabalho. As principais lesões constatadas eram as lesões por esforços repetitivos (LER), que são as doenças do trabalho provocadas pelo uso inadequado e excessivo do sistema que agrupa ossos, nervos, músculos e tendões, onde as principais queixas dos operadores eram em relação aos membros superiores: mãos, punhos, braços, ante-braço, ombros e coluna cervical, típicas do trabalho intenso e repetitivo presente na linha de montagem.

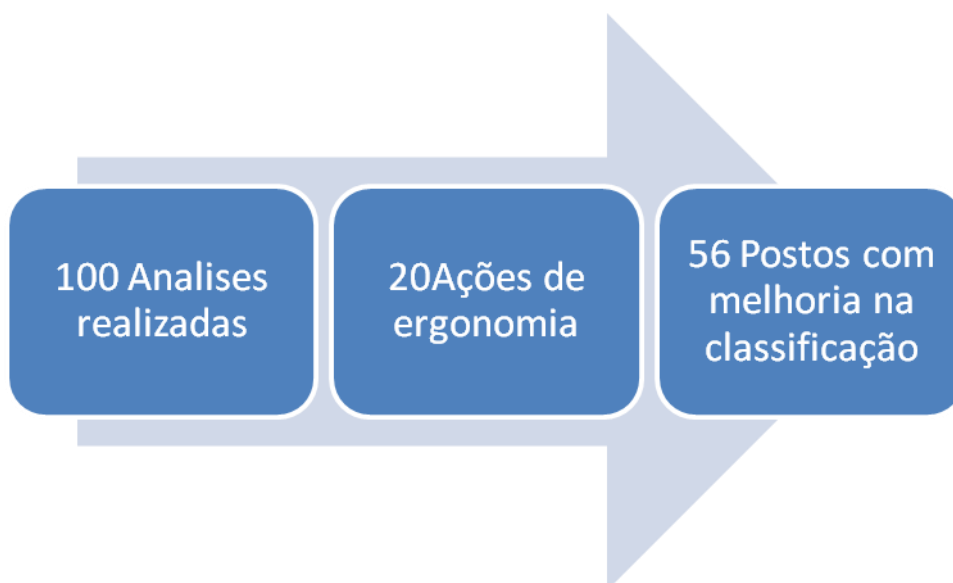


Figura 16 – Ilustração das melhorias ergonômicas.

Fonte: elaboração própria, 2016.



Através da filosofia executada pelo MTM, a empresa passou a realizar o monitoramento dos casos de lesões com maior constância, através de notificação não só dos casos suspeitos como também de situações de risco mesmo que não haja reincidências, para melhorar as condições ergonômicas dos postos de trabalho, através de medidas sistêmicas, tais como alterações em processos, produtos e postos e medidas paleativas como sistemas de rodízios e descansos intercalados. Estas ações conjuntas tomadas entre empresa e funcionários, visam eliminação e prevenção de lesões decorrentes de esforço repetitivos, buscando aprimorar as condições de trabalho para motivar os colaboradores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, o MTM oferece uma abordagem que, sem deixar de ser objetiva e metódica, adota uma postura mais atraente especialmente para os funcionários. A sua correta implantação atende às necessidades básicas de ergonomia dos colaboradores, além de dar eficiência às linhas de produção possibilitando uma real diminuição de custos. Sua evolução ininterrupta ao longo do tempo levou a uma conseqüente aceitação e confiabilidade no mercado.

Todos esses fatores contribuíram, para que o MTM fosse o instrumento onde através da sua empregabilidade, possibilitou melhorias para a linha que se automatizou e as outras linhas da empresa em questão, além de auxiliar na gestão da produção estabilizando os processos industriais. A sua utilização é uma decisão estratégica por conduzir à produtividade e possibilitar também a melhoria de processos, e por se enquadrar adequadamente aos conceitos do planejamento da empresa do estudo. Após a análise dos dados, constatou-se que o objetivo geral seria a implantação de uma ferramenta gerencial que auxiliou como um instrumento de melhoria, através do redimensionamento dos postos de trabalho e automatizou um processo de montagem, utilizando a metodologia MTM para alcançar ganho de produtividade, aumento de qualidade, melhorias ergonômicas, refletindo no motivacional dos operadores.

O conceito implantado através das análises realizadas pelo MTM modificou a cultura existente na empresa Dowertech, mostrando ser possível aprimorar as seqüências de montagem do produto, tornando-se uma boa solução para enfrentar os diversos problemas e dificuldades que se encontram no dia-a-dia, além de decidir pelo melhor método a ser implementado na produção, baseados nos



rebalanceamentos, redimensionamentos e dispositivos para melhor aproveitamento do tempo produtivo visando o cumprimento dos objetivos.

O estudo de caso, possibilitou interligar os conceitos teóricos com prática do cotidiano da fábrica, onde foi possível realizar algumas conclusões e esclarecimentos sobre a influência do MTM no ambiente de trabalho e na otimização de uma linha, transformando-se em um diferencial competitivo significativo, para alcançar metas importantes para o seu sucesso no mercado tais como:

- a) redirecionar a operação: trata-se de eliminar operações redundantes, melhorar o fluxo do trabalho e das informações, bem como aprimorar os sistemas de apoio, proporcionando maior eficiência, flexibilidade e qualidade às operações;
- b) reduzir os custos: através da medição e da avaliação da eficácia dos esforços da inovação, podendo contemplar os custos de mão-de-obra, informação e materiais (melhor integração entre a empresa e seus fornecedores, resultando em menores custos de aquisição);
- c) melhorar a qualidade: adicionar valor aos produtos/serviços e ao cliente, reduzindo desperdícios e custos, e aumentando a confiabilidade de atendimento do pedido do cliente e dos projetos de desenvolvimento de novos produtos/serviços;
- d) aumentar a receita: abarca a alteração de fatores como a elevação da quantidade produzida decorrente da diminuição dos custos e consequente repasse ao preço do produto/serviço, redução do tempo de ciclo de fabricação e aumento da velocidade de inovação nos produtos/serviços;
- e) melhorar a orientação voltada para o cliente: a percepção que o cliente tem da empresa e dos seus produtos está intimamente relacionada com o diferencial dos serviços que ela oferece;
- f) melhorar a lucratividade: a redução de custos, o aumento da receita e a melhoria da satisfação do cliente levam ao incremento da lucratividade.

Diante do contexto atual competitivo, fica evidenciada a importância da implantação de uma metodologia tal como a do MTM, para modificar o cenário fabril, podendo ser replicado em futuros trabalhos nas demais linhas de montagem, buscando à melhoria constante e aprimoramento dos processos.

Por estes motivos o desenvolvimento da ferramenta MTM no processo de otimização é um surgimento para aplicações de novas metodologias indispensável para o setor de medição de energia elétrica.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blakeslee, (1999) Achieving Quantum Leaps in Quality and Competitiveness: Implementing the Six Sigma Solution in Your Company, ASQ 's 53th Annual Quality Congress Proceeding.
- Campos, (2004) Gerenciamento da Rotina do Trabalho, Editora: Blach São Paulo, SP.
- Carvalho,J.Dinis, (2000),http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/apontamentos/Cap02_SisPPC.pdf.
- Carmo, S. S. (2005) "Textos de Apoio à Disciplina de Organização e Gestão da Produção II" - LEGI, publicação interna, Universidade do Minho, Portugal
- Cervo, Amado L., Bervian, Pedro A., (1983), Metodologia Científica.3.ed.São Paulo: Makron Books.
- Drucker,(1992) Administração para o Futuro, Editora: Amil.
- Drucker, (1977) A Revolução Invisível, Editora:Pioneira.
- George, M. L., (2002). Lean Six Sigma - Combining Six Sigma Quality with Lean Speed. USA: McGraw-Hill Professional.
- George, M. L., (2005). The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity. USA: McGraw-Hill Professional.
- Hamel, G., Prahalad,, C. K.(1989), Competing for the future. Harvard Business .
- Henderson, K., Evans,(2000) J. Successful Implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company. Benchmarking and International Journal, V.7 N.4, p.260-281, 2000.
- Hendricks, K. B. & Singhall, V. R. (1997). *Does implementing an effective TQM program actually improve operating performance? - Empirical evidence from firms that have won quality awards.* Management Science, v. 43, n. 9, p. 258-1274.
- Hopp, W. J., Spearman, M. L. ,(2000). "Factory Physics", McGraw-Hill, International Editions.
- Lean Institute Brasil, (2007) <http://www.lean.org.br/artigos/164/lean-e-a-excelencia-operacional.aspx>
- Liao, C.-J., & Lee, C.-H. (2016). Scheduling with multi-attribute setup times on unrelated parallel machines. International Journal of Production Research, 4839-4853.



- Lice, L., Ma, Y., & Tu, Y. (2013). Multivariate Setup Adjustment with fixed adjustment cost. *International Journal of Production Research*, 1392-1404.
- Marçola, Josadak A, (2000).: Horas anualizadas como técnica do planejamento da capacidade em sistemas de manufatura. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos – USP.
- Martins, (2002) Administração da Produção- Petrônio Garcia Martins e Fernando Piero Laugení – Editora Saraiva.
- Mondey Y., (1984) Sistema Toyota de Produção. IMAM, São Paulo, SP, Brasil.
- Kaplan & Norton,(2008) A Execução Premium, Editora: Campus, MG- Belo Horizonte, Brasil.
- Porter, (1996) O que é Estratégia? Harvard Business Review.
- Porter (1991), Competição On Competition Estratégias Competitivas Essenciais. Harvard Business Review, Campus Rio de Janeiro-RJ.
- Porter (1986), Competição On Competition Estratégias Competitivas Essenciais. Harvard Business Review, Campus Rio de Janeiro-RJ.
- Ritzman,(2004) Administração da produção e operações. São Paulo. Prentice Hall. 2004.
- Rotondaro.(2008), Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas
- Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A. (2007). Research Methods for Business Students. (4ª edição), Financial Times Prentice-Hall.
- Lean Institute Brasil, (2007) <http://www.lean.org.br/artigos/164/lean-e-a-excelencia-operacional.aspx>
- Shiba, S.; Grahan, A.; Walden, D. (1997). TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade. São Paulo: Bookman, 402 p
- Skinner, (1969) Are Theories of Learning Necessary? , Psychol. Rev., 57, pp. 193-216. Reimpresso em B. F.
- Souza, G.; Odloak, D.; Zanin, (2009) A. C. Real Time Optimization (RTO) with Model Predictive Control(MPC). *Computer Aided Chemical Engineering*. [S.l.]: Elsevier.v.27p. 1365 – 1370.
- Womack, (1998) Administração “A máquina que mudou o Mundo. Editora Campus.
- Vergara, (2009) S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas.



Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C. (2005) “Manufacturing Planning and Control Systems”, McGraw-Hill.

Ritzman,(2004) Administração da produção e operações. São Paulo. Prentice Hall. 2004.



ANEXOS

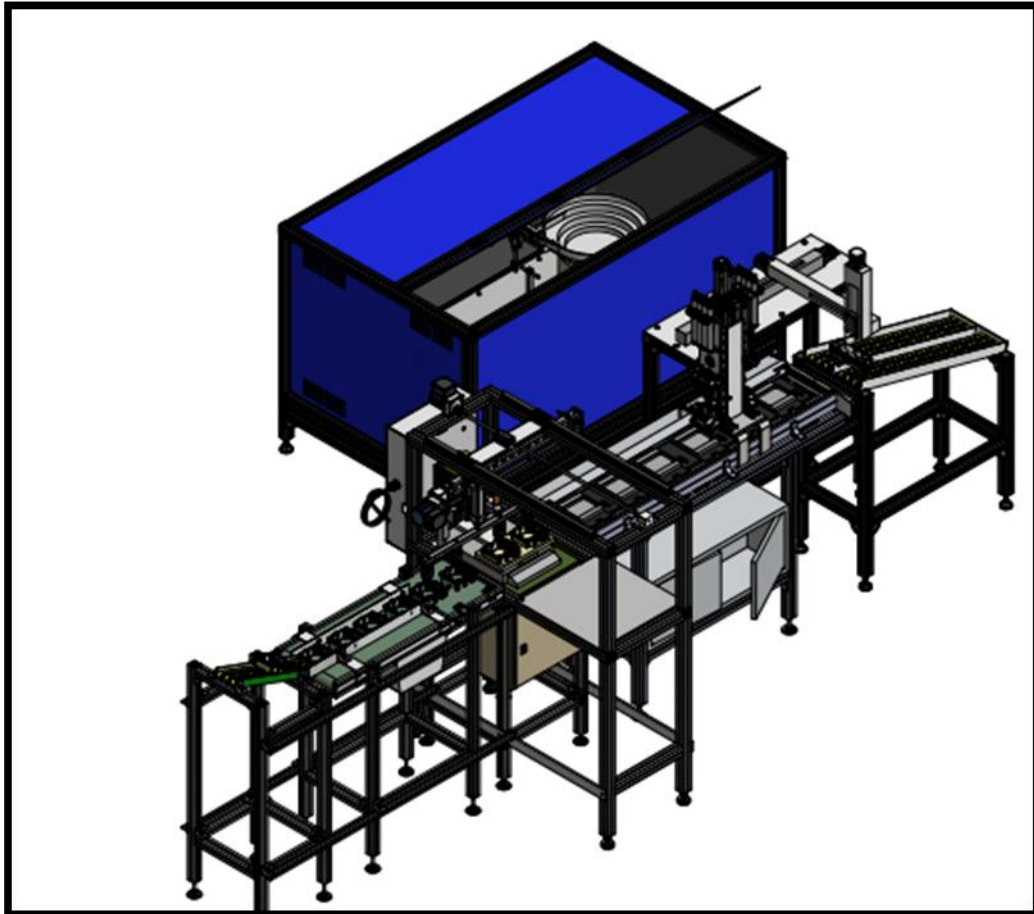
ANEXO I – Novo Processo com a Esteira e as duas Máquinas.

ANEXO II – Descrição dos itens do projeto

ANEXO III – Novo Processo com o equipamento Parafusadeira.

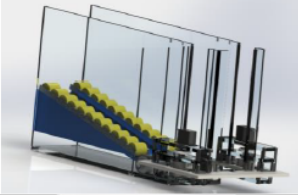






ANEXO I – Novo Processo com a Esteira e as duas Máquinas Prensa e Cola Ultrassônica





ANEXO II – Descrição dos itens do projeto

| Item | Nome | Descrição | Imagem |
|------|---------------------------------|---|--|
| 1 | Desempilhador de tampas | Sistema para desempilhamento das tampas, esse sistema possui 3 motores de passo controladores por 3 drives controlador TB6560, o mesmo será controlado por um microcontrolador PIC 18F452. O microcontrolador PIC será acionado pelo CLP ou pela Olimex. |  |
| 2 | Sistema de Análise de Imagens | O sistema de para inspeção da gravação a laser foi desenvolvido em labview. O mesmo estará ligado diretamente ao CPL ou ao Olimex para informar ao sistema que deverá passar ou retirar da esteira a tampa. |  |
| 3 | Esteira | A esteira será movimentada por um servidor motor controlado por um servidor driver acionado pelo CLP ou Olimex sendo o mesmo acionado pelos sensores dispostos na esteira. Em cada fase do processo da esteira existirá 06 berços simultaneamente sobre a mesma. |  |
| 4 | Gravação Ultrassom/Cola | Máquina de gravação de gravação a laser e cola ultrassônica. Essas máquinas serão acionadas pelo CLP ou pelo Olimex. Deverá ser desenvolvido uma placa para acondicionar os sinais para acionamento da máquina. |  |
| 5 | Sistema para retiradas de peças | Sistema pneumático para retirada da tampa da esteira prevista em 3 fases do ciclo. 1- Retirada da tampa caso ocorra erro de gravação; 2- Retirada da tampa caso um ponto de solda se solte; 3- Retirada da tampa ao final do processo. O sistema pneumático será acionado pelos sensores, câmeras e sistema de visão. |  |



ANEXO III – Novo Processo com o equipamento Parafusadeira.

